

PROCESOS DE PRODUCCION EN METAL 3

D.I. ANTONIO RAMOS CASCALES



UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
UNIDAD AZCAPOTZALCO

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Departamento de Procesos y Técnicas de Realización

218551
C.B. 2894811

PROCESOS DE PRODUCCION EN METAL 3

D.I ANTONIO RAMOS CASCALES

2894811



242177



UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

División de Ciencias y Artes para el Diseño

AZCAPOTZALCO

Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.

Dr. Gustavo A. Chapela Castañares
Rector General

Dr. Enrique Fernández Fassnacht
Secretario General

Lic. Edmundo Jacobo Molina
Rector Unidad Azcapotzalco

Mtro. Adrián de Garay Sánchez
Secretario de Unidad

M.D.I. Emilio Martínez de Velasco
Director División de Ciencias y Artes
para el Diseño

Arq. Rosa Elena Alvarez Martínez
Jefe Depto. Procesos y Técnicas de Realización

D.I. Alberto Cervantes Baqué
Jefe Area de Tecnología y Diseño para la
producción de Objetos

Coordinación
D.G. Mariana Larrañaga Ramírez

Formación editorial
MetaDiseño S.A. de C.V.

Ilustración de la portada
MetaDiseño S.A. de C.V.

Fotomecánica e Impresión de la portada
Talleres de Diseño CYAD

Impresión interior
Taller de Impresión y Reproducción CSU

Derechos Reservados
©1993 Universidad Autónoma Metropolitana
División de Ciencias y Artes para el Diseño
Av. San Pablo 180 Col Reynosa
Azcapotzalco C.P. 02200
México 16 D.F. Apdo. Postal 16-307

ANTONIO RAMOS CASCALES

Egresado de la Universidad Iberoamericana
1963-1968.

Labor Profesional:

- Impresos Automáticos de México (empaques)
- Ideal Standard, S.A. de C.V.
(muebles y accesorios de baño)
- Litográfica e Impresora Juventud, S.A. (libros)
- Banco Nacional de México
(elementos de diseño)
- Selecciones del Readers Digest México (cancelería)
- Zep Marvil Mexicana
(etiquetas, envases)
- Automex, S.A.
(cabinas de camión)
- Dina
(unidades contra incendio, autobuses, auto económico)
- American Express
(mobiliario)
- Vitro Fibras, S.A.
(carrocerías, lanchas)

Labor Académica:

Profesor investigador Universidad Autónoma
Metropolitana desde hace 16 años.
Catedrático Universidad Anáhuac del Sur.
Catedrático Universidad Iberoamericana.
Cursos Diseño Industrial, Diseño Gráfico, Sociología,
Psicología, Costos, Mercadotecnia, Legislación,
Dibujo natural, Publicidad y Computación.

Herramientas y máquinas para roscar:

Métodos de roscar.

Estos métodos son los siguientes:

Rosca exterior

Máquinas

a) Roscar con la cuchilla de taller roscas	tornos
b) Roscar con el peine	tornos automáticos
c) Roscar con cojinete de roscar	tornos automáticos
d) Roscar con terraja de apertura automática	tornos automáticos
e) Roscar con fresa de forma	fresadora para roscas largas
f) Roscar con fresa acanalada	Fresadora para roscas cortas
g) Roscado por turbulencia, roscado por escarpado mecánico	Tornos y máquinas de escarpar

Roscado interior.

a) roscado con cuchilla de tallar roscas	tornos
b) roscado con peine	torno
c) fresado de roscas cortas con la fresa acanalada	fresadora de roscas cortas
d) laminado de rosca con cuchilla única perfilada	laminadora de rosca y torno
e) roscado con terraja de apertura automática	torno

taladradora

Métodos de roscar sin arranque de viruta son:

a) estampado de roscas con almohadillas planas

estampadora de
roscas

b) laminado de roscas con rodillos

laminadora de roscas

Herramientas de roscar:

Todas estas herramientas de corte tienen filos perfilados, esto no se puede entallar ni fresar roscas rectangulares, ya que los bordes del corte están curvados de tal forma, que al aproximar la ccuccchilla de tornear o la fresa se quitan partículas de superficie en los flancos, que son necesarios para que la rosca se apoye en los flancos de la tuerca.

Por ello, solo están normalizadas las roscas trapezoidales y las roscas triangulares.

Cuhillas para tornear roscas.

Estas herramientas tienen ángulos de flanco según el tipo de roscas de 55 o 60 grados por roscar estancas, que deben apoyarse en la punta del tornillo, se emplean cuchillas de torneado con reborde, en la cual está completamente configurado el perfil de la rosca.

La cuchilla debe colocarse exactamente perpendicular al eje de la pieza con ayuda de una galga para que la rosca no quede inclinada.

Pelines de roscar.

Tienen estas herramientas varios filos con distancias de paso, de manera que la rosca se elabora en un solo corte. Las aristas de la rosca se biselan de tal forma, que cada filo quita la misma cantidad de viruta. La desventaja del peine es que la rosca no se talla completamente hasta un reborde. Los peines exactos deben ser reafileados después de fabricados, ya que se deforman en el temple.

Las cuchillas y peines en forma de disco se emplean especialmente para trabajos de torneado en tornos automáticos, ya que hay que reafilarlos con frecuencia.

Almohadillas para roscar con terrajas de mano.

Son matrices partidas con dientes para corte y huecos para virutas. Para que los filos se asienten bien al comienzo del trabajo y tengan corte libre al final, la broca hembra para fabricar las almohadillas de roscas deben ser mayor que la tosca terminada en un valor igual a la profundidad de la rosca.

Terrajas

Son matrices en las que están mecanizados tres a cinco dientes para dar a la herramienta filos y huecos para virutas. Las terrajas redondas DIN 223 se suministran sin ranuras. Después del ranurado se puede variar el diámetro dentro de estrechos límites por medio de tornillos de ajuste. Esto no es recomendable para trabajos en tornos automáticos, donde son empleadas con más frecuencia, ya que las roscas habría que verificarlas.

Las terrajas se colocan en soportes.

La entrada consiste en un avellanado a 30 grados y un destalonado de 1 o 2 pasos a ambos lados de la matriz, de manera que la terraja se puede ampliar por ambos lados.

Cabezales de roscar de apertura automática

Los cabezales de roscar tienen peines de roscar situados radial o tangencialmente, los cuales son ajustados al diámetro de la rosca a mano por medio de plantillas y al final del corte son desplazados hacia afuera por resorte. Los cabezales automáticos para roscar se emplean para roscar en tornos revólver y automáticos. Tiene la ventaja con respecto a las terrajas de que no hay que invertir la dirección del giro del husillo de trabajo para sacar la herramienta, o sea, ya no se requiere dispositivo de repasar. La rosca no se desgarran, ya que las virutas no pueden atascarse.

Fresas de forma para roscar

Se emplean estas herramientas para fresar roscas largas. La fresa se coloca perpendicularmente a la inclinación del flanco, de manera que la anchura del perfil en el diámetro exterior y en el diámetro interior de la rosca teniendo en cuenta un factor de corrección.

El fresado no proporciona en absoluto roscas exactas. Los dientes de la fresa recorren prácticamente un camino recto, mientras que la superficie helicoidal de la rosca siempre es curvada. Los dientes quitan por eso partículas que debieran permanecer. La inexactitud crece al aumentar la profundidad de la rosca y la longitud del arco de ataque.

Fresa para roscar roscas cortas, fresas estrías DIN 852, 887, 888

Estas fresas tienen ranuras circulares en la periferia, así, no tienen ranuras helicoidales con paso. Los filos son producidos por medio de ranuras de ataque fresadas paralelamente al eje de la pieza. Al fresar el eje está paralelo al de la pieza, la rosca se produce por el avance paso revolución de la herramienta o de la pieza.

Haciéndose este procedimiento es exacto pero resulta otro error, pues que los cilindros están inclinados uno con relación al otro, la fresa produce una rosca hiperbólica, que tiene en el medio de la fresa un diámetro menor que en el extremo de la rosca. El error aumenta con la longitud del fresado.

Muelas para rectificar roscas

Se utilizan estas herramientas para rectificar roscas largas y rosca cortas las formas de las muelas y el sistema de trabajo corresponde a la de las fresas.

Machos de roscar

Para que las herramientas no se rompan al roscar se emplea, especialmente para el macho de roscar a mano, un juego de dos o tres machos. El macho de desbastar tiene una entrada mucho más larga que el de alisar y que el de acabado. Estos tienen tres o cuatro ranuras de ataque. Tres ranuras proporcionan roscas más exactas, ya que tres filos

conducen mejor que cuatro. Los últimos producen con frecuencia un diámetro de rosca demasiado grande e incluso roscas ovaladas.

Para la salida de virutas tienen agujeros pasantes una entrada de descortésado, rectificando las ranuras de ataque bajo un ángulo de 5 a 8 grados sobre la longitud de entrada. Los machos de roscar reciben un destalonado, para eliminar defectos en el perfil producidos al temprar y conseguir un ángulo de destalonado exacto. El reafileado es conveniente en toda la pieza.

Herramientas para roscar que trabajan sin arranque de viruta

En la fabricación de grandes series se elaboran roscas rentablemente sin arranque de virutas por laminado.

Estas roscas tienen gran resistencia, ya que las fibras de material no se cortan sino que se deforman. El peligro de fisuras es notablemente menor y la superficie lisa en los flancos y en el fondo de la rosca proporciona gran deslizamiento entre perno y tuerca.

Rodillos planos para láminas roscas

El bulón torneado previamente hasta el diámetro de los flancos es laminado entre dos rodillos planos de rosca. Los rodillos tienen ranuras de roscas inclinada respecto a la dirección del laminado en el ángulo de paso.

Los rodillos están viselados en el lado de la alimentación. Los cabezales laminadores de roscas tienen tres rodillos roscadores, que se ajustan por medio de plantillas. Estas herramientas se emplean para roscar en tornos en lugar de las terrajas de apertura automática.

Los rodillos para roscar se emplean en las laminadoras de roscas.

Máquinas de roscas

Máquinas descortésadoras de roscas:

La rosca es producida con cuchillas independientes, las cuales giran excentricamente en un soporte de herramientas de forma anular, el cabezal portacuchillas. Este está inclinado según el ángulo de inclinación

en el diámetro de los flancos de manera que la cuchilla entra debajo de filete de la rosca y reproduciendo un perfil exacto arrancando virutas muy pequeñas.

Las cuatro cuchillas alternadas 90 grados están bien distribuidas, que todas están cargadas uniformemente y, tienen igual duración y fuerza de corte constante. Las cuchillas provistas de metal duro están colocadas en ranuras de cabezal con medida exacta y pueden, ser cambiadas en tiempo mínimo. Con dos filas de cuchillas se hacen roscas de dos hilos casi igual de rápido como las roscas de un hilo.

El cuerpo de la máquina tiene una pared posterior vertical y un bastidor lateral para el husillo de la pieza. Este tiene varias velocidades de avance por medio de un engranaje de ruedas de cambio.

Las piezas están sujetas en boquillas recambiables y están apoyadas en un contrapunto elástico y por dos lunetas colocadas a ambos lados del cabezal.

Fresadoras para roscas cortas:

Todos los movimientos para el roscado exterior o interior se realizan hidráulicamente.

Taladradoras para roscar:

Estas máquinas especiales se utilizan en la fabricación de grandes series.

El husillo se taladra en alturas, sube y baja automáticamente invirtiéndose en la posición final cada vez la dirección de giro. El husillo de taladrar tiene cuatro números de revoluciones de 600, 900 p. 1650 y 3000 r.p.m., el macho de roscar está protegido contra la rotura por medio de un embrague de deslizamiento.

MAQUINAS PARA LA ELABORACION DE ROSCAS SIN ARRANQUE DE VIRUTA.

Como estos métodos de fabricación se emplean muy frecuentemente junto con los métodos de mecanizar roscas con arranques de viruta, se examinarán.

Máquinas para estampar

Se emplean especialmente para tornillos delgados tales como: radio de rueda de bicicleta. Esta máquina se compone de un rodillo de roscar fijo y uno móvil, el cual recibe un movimiento de vaivén por medio de un mecanismo de cigüeñal. El bulón se coloca al final de la carreta entre los rodillos achaflanados y, después de una carrera sale fuera de la máquina con la rosca estampada.

Máquinas para laminar roscas

Esta máquina tiene una parte inferior en forma de caja en la cual están colocados en motor de accionamiento y un mecanismo. El engranaje está situado sobre la caja y tiene una parte fija.

La profundidad de la rosca se ajusta por medio de un volante por intermedio de un husillo roscado.

La rosca está terminada después de la revolución de los rodillos.

Empleo de piezas roscadas

Sirven para unir y fijar piezas en ensamble de maquinaria; también se usan para movimientos de piezas o partes de una máquina.

Nomenclatura de una rosca independientemente de la forma que tenga la rosca está compuesta de las siguientes partes:

- D.E. = diámetro exterior.
- D.P. = diámetro de paso o de flanco.
- D.I. = diámetro interior o de núcleo.
- α = ángulo de los flancos.
- P = paso de la rosca.
- H = profundidad del hilo.

En la medición de roscas, los diámetros exteriores e interiores o del núcleo pueden medirse o verificarse utilizando pie de rey o micrómetro.

Cuando se hace una rosca estándar de un número determinado de hilos, debe darse con exactitud el diámetro exterior y diámetro del núcleo; éste último sirve de referencia para dar la profundidad del hilo.

El diámetro exterior es un dato para la elaboración de la rosca.

El número de hilos, es un dato conocido para cada diámetro de tornillo.

Aplicación de las roscas:

a) *Las roscas de 60 grados puntiagudas.* Se utilizan como tornillos de fijación.

b) *Las roscas de 60 grados nacional americana.* Es de mayor aplicación en la maquinaria industrial, está rematada en la cresta y en la raíz.

c) *Rosca cuadrada.* Debido a su sección de 90 grados no hay peligro de que se afloje, se usa en tornillos de banco, gatos y prensas, etc.

d) *Rosca trapecial.* Se usa en tornillos de movimiento como el tornillo patrón para roscar, tornillo de carro auxiliar, etc.

e) *Rosca sin fin.* Se usa para reductores de velocidad, se hacen de acero tratado y su acabado es a espejo, gira a un gran número de revoluciones por minuto, es por esto que la reductora de velocidades trabaja sumergida en aceite.

f) *Rosca de cierra o estribo.* Se emplea en el caso de fuertes presiones como en los husillos de presión de prensas de alto tonelaje, en este tipo de roscas el flanco activo tiene una inclinación de 3 grados y el flanco que no trabaja una inclinación de 30 grados.

g) *Rosca redondeada.* Por su sección redondeada resulta poco sensible al desgaste, se usa para husillos de válvulas, roscas de manguera, etc.

Calibrador para Roscas ACME de 29 grados

Se utiliza para normar cuando se esmerila y para ajustar herramientas mientras se cortan hilos: su alcance es desde 1 a 10 hilos por pulgada,

los ángulos y las orillas del calibrador están endurecidos, rectificadas y cuidadosamente probados.

Rosca derecha y Rosca Izquierda

La elaboración de la rosca derecha se hace iniciando en corte en el extremo derecho del material por roscar y el avance de la herramienta es hacia el cabezal fijo, o sea a la izquierda del operador.

Y la elaboración de la rosca izquierda es al contrario.

Roscas de varias entradas

- a) Se llama rosca de una entrada cuando una sola hélice cuyo perfil va uno a continuación de otro.
- b) Se llama rosca de dos entradas cuando son dos hélices diferentes y el perfil de una, salta el perfil de la otra.
- c) Se llama rosca de tres entradas, cuando son tres hélices diferentes y el perfil de una salta el perfil de la segunda y tercera hélice.

Las hélices de dos y tres entradas se utilizan para mover con rapidez determinadas piezas de máquinas.

Los tornillos se distinguen principalmente por la forma de su cabeza

- a) Cabeza plana.
- b) Cabeza ovalada.
- c) Cabeza redonda o de gota.
- d) Cabeza embutida.
- e) Sin cabeza. (tornillo totalmente oculto).

También se distinguen por sus diferentes puntas (opresores).

- a) redondo.

- b) de taza.
- c) hanger.
- d) plana.
- e) barrilete o pibote.
- f) cónica.

Las cuerdas pueden ser exteriores o interiores.

Por sus diferentes tamaños y diámetros se clasifican según las siguientes tablas.

Representación Convencional de Tornillos y Pernos.

Según sus cabezas (para maquinaria)



PLANA



OVALADA



REDONDA
O DE GOTA



EMBUTIDA

Por sus puntas (opresores)



REDONDA



DE TAZA



HANGER



PLANA



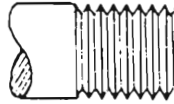
BARRILETE
O PIVOTE



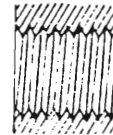
CONICA

Cuerdas:

EXTERIOR

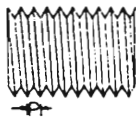


INTERIOR



Cuerdas Múltiples:

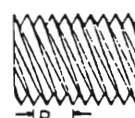
De una entrada



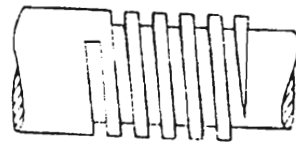
De dos entradas



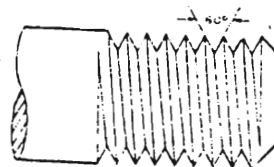
De tres entradas



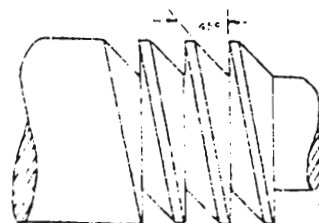
Tipos de cuerdas:



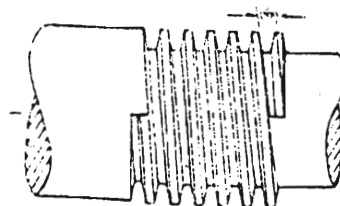
CUADRADA



SHARP EN "V"



DE ESTRIBO



ACME
ESTANDARD

PROYECTI

ROSCAS UNIFICADAS AMERICANAS DE PASO CONSTANTE

Ref. ISO/R 263 1962

DIAMETRO EN PULGADAS	NUMERO DE HILOS POR PULGADA								DIAMETRO EN PULGADAS	NUMERO DE HILOS POR PULGADA							
	Serie de 4 hilos	Serie de 6 hilos	Serie de 8 hilos	Serie de 12 hilos	Serie de 16 hilos	Serie de 20 hilos	Serie de 28 hilos	Serie de 32 hilos		Serie de 4 hilos	Serie de 6 hilos	Serie de 8 hilos	Serie de 12 hilos	Serie de 16 hilos	Serie de 20 hilos	Serie de 28 hilos	Serie de 32 hilos
5/16			1		16	20	28	32	2 1/8	4	6	8	12	16	20		
3/8			1		16	20	28	32	2 1/2	4	6	8	12	16	20		
7/16					16	20	28	32	2 5/8	4	6	8	12	16	20		
1/2					16	20	28	32	2 3/4	4	6	8	12	16	20		
9/16				12	16	20	28	32	2 7/8	4	6	8	12	16	20		
5/8				12	16	20	28	32	3	4	6	8	12	16	20		
11/16				12	16	20	28	32	3 1/8	4	6	8	12	16			
3/4				12	16	20	28	32	3 1/4	4	6	8	12	16			
13/16				12	16	20	28	32	3 3/8	4	6	8	12	16			
7/8				12	16	20	28	32	3 1/2	4	6	8	12	16			
15/16				12	16	20	28	32	3 5/8	4	6	8	12	16			
1			8	12	16	20	28	32	3 3/4	4	6	8	12	16			
1 1/16			8	12	16	20	28		3 7/8	4	6	8	12	16			
1 1/8			8	12	16	20	28		4		6	8	12	16			
1 3/16			8	12	16	20	28		4 1/8	4	6	8	12	16			
1 1/4			8	12	16	20	28		4 1/4	4	6	8	12	16			
1 5/16			8	12	16	20	28		4 3/8	4	6	8	12	16			
1 3/8		6	8	12	16	20	28		4 1/2	4	6	8	12	16			
1 7/16		6	8	12	16	20	28		4 5/8	4	6	8	12	16			
1 1/2		6	8	12	16	20	28		4 3/4	4	6	8	12	16			
1 9/16		6	8	12	16	20			4 7/8	4	6	8	12	16			
1 5/8		6	8	12	16	20			5	4	6	8	12	16			
1 11/16		6	8	12	16	20			5 1/8	4	6	8	12	16			
1 3/4		6	8	12	16	20			5 1/4	4	6	8	12	16			
1 13/16		6	8	12	16	20			5 3/8	4	6	8	12	16			
1 7/8		6	8	12	16	20			5 1/2	4	6	8	12	16			
1 15/16		6	8	12	16	20			5 5/8	4	6	8	12	16			
2		6	8	12	16	20			5 3/4	4	6	8	12	16			
2 1/8		6	8	12	16	20			5 7/8	4	6	8	12	16			
2 1/4		6	8	12	16	20			6	4	6	8	12	16			

EL CEPILLO

El cepillo para metales se desarrolló en 1836 con el objeto de quitar el metal para producir una superficie plana. La superficie plana se puede maquinar horizontal o verticalmente o en un cierto ángulo. La herramienta de corte se impulsa hacia adelante y hacia atrás por medio de un carro que se desplaza en un plano horizontal con un movimiento recíproco. La herramienta arranca de la pieza una rebaba en el movimiento hacia adelante solamente.

El tamaño del cepillo se determina por el tamaño del mayor cubo que se puede maquinar en él. Los cepillos se clasifican generalmente por la longitud máxima de corte que se puede hacer en ellos como por ejemplo 14", 16", 18", etc.

Hay tres tipos de cepillos:

- a) el cepillo de manivela,
- b) el cepillo de engranaje,
- c) el cepillo hidráulico.

El cepillo de manivela. - El cepillo de manivela es el tipo más comúnmente usado. El movimiento recíproco del carro se hace por medio de un brazo ascilante que es operado por medio de un pasador de manivela desde el engranaje impulsor principal o "rueda impulsora". El carro lleva el mecanismo de avance hacia abajo, este mecanismo contiene al portaherramienta de charnela y la herramienta de corte.

El cepillo de engranaje. - El cepillo de engranaje obtiene el impulsor del carro a partir de un engranaje y una cremallera que está conectada al carro. Este cepillo también tiene un mecanismo que hace que el carro tenga un regreso rápido.

El cepillo hidráulico. - El cepillo hidráulico es impulsado por el movimiento de un pistón en un cilindro de aceite y se controla con un mecanismo de válvula conectado con la bomba de aceite. Sus características mecánicas son las mismas que las del cepillo de manivela.

PARTES DEL CEPILLO Y SU FUNCION

Para operar correctamente un cepillo es necesario el conocimiento de sus partes operantes principales.

El *carro*, que tiene forma semicilíndrica, es de construcción pesada y proporciona la carrera hacia adelante y hacia atrás a la herramienta de corte. Está formado por el mecanismo fijador de posición del carro y el cabezal giratorio. La flecha de ajuste del carro se usa para cambiar la posición de la carrera y el candado fijador de posición del carro, mantiene al carro en una posición fija.

El *cabezal giratorio* está sujeto al carro para sostener el portaherramienta y la charnela que permite que la herramienta de corte se levante ligeramente durante la carrera de regreso.

La *manivela de avance* hacia abajo, proporciona un medio de avanzar la herramienta de corte a cualquier dimensión o profundidad dada de corte en los milésimos de pulgada que indica su anillo graduado.

La *manivela de avance transversal* se usa para darle el movimiento horizontal a la mesa en los milésimos de pulgada medidos en su anillo graduado. Este tornillo se usa para mover la mesa longitudinalmente bajo la herramienta de corte. La palanca de dirección de avance transversal se engrana en una matraca para dar avance automático a la mesa. La flecha y vertical lateral se usa para bajar o subir la mesa.

La *mesa* está sujeta al riel transversal y es donde descansa la pieza que va a ser maquinada. Se puede subir o bajar por medio de los tornillos de elevación o moverse a mano acercándola o alejándola del operador con el tornillo de avance transversal, o usando el motor con el mecanismo de avance automático.

La *flecha para regular la carrera* es la que ajusta la longitud de la carrera que se necesita y la tuerca candado del regulador de la carrera se usa para mantener el mecanismo en una posición fija. El indicador de carrera nos da una guía cuando se ajusta el cepillo a la longitud correcta de la carrera necesitada.

PARA AJUSTAR LA LONGITUD DE LA CARRERA EN EL CEPILLO

1. Mida la longitud de la pieza que se va a maquinar y agregue una pulgada para permitir la holgura en la herramienta de corte.
2. Arranque el cepillo y párelo cuando el carro esté al final de la carrera de regreso.
3. Afloje la tuerca candado del regulador de la carrera.
4. Ajuste la longitud necesaria, girando el tornillo regulador de la carrera.
5. Apriete la tuerca candado del regulador de la carrera.

MECANISMO DE AVANCE DEL CEPILLO

Cuando se van a maquinar superficies horizontales, la mesa sobre la cual se monta la pieza es la que avanza la pesa automáticamente hacia la herramienta de corte en la carrera de regreso. Este avance se hace con el motor. Cuando se necesita un avance vertical, el avance se controla girando a mano la manivela del tornillo de avance hacia abajo en cada carrera de regreso del carro.

VELOCIDADES Y AVANCES

Las velocidades y avances dependen de muchos factores que controlan la eficiencia del uso del cepillo. Tales factores como profundidad del corte, cantidad de avance, material que se va a maquinar y tipo de herramienta de corte, controlan las velocidades y avances del maquina.

El cepillo no se ajusta por las r.p.m. Se ajusta en carreras por minuto. La velocidad óptima de corte se obtiene en la misma forma que en el taladro o en el torno y se da en pies por minuto.

HERRAMIENTAS DE CORTE

Las herramientas de corte para el cepillo son semejantes a las del torno. El cepillo frecuentemente se usa para hacer diferentes tipos de cortes en superficies planas. Por esta razón, hay herramientas de corte para cepillo pulidas para proporcionar filos para cortes horizontales a la derecha o

izquierda, para corte verticales derechos o izquierdos y para ranurado. Todas estas herramientas deben tener claros laterales, frontales y superiores.

La práctica común para cepillar una superficie es hacer dos cortes, uno de desbaste y uno de afinado. Los cortes de desbaste se pueden hacer con avances ásperos dejando la superficie con un sobrante de cerca de 1/32" para permitir el corte afinado. Algunos de los factores que comúnmente causan marcas de traqueteo son: velocidad de corte muy alta; mal ajuste de herramienta; sujeción insegura de las piezas; ángulo incorrecto de la herramienta de corte; herramienta de corte muy sobresaliente.

DISPOSITIVOS PARA SUJETAR LA PIEZA

Tornillo prensa del cepillo.- las paralelas o calzas son barras de acero cuadradas o rectangulares con sus lados opuestos paralelos y sus lados adyacentes a escuadra, se hacen en pares de varios tamaños y longitudes, dependiendo de su uso. Para trabajos de precisión las paralelas deben ser duras y pulidas. Se usan para levantar la pieza a la altura necesaria en el tornillo prensa y así permitir que se maquine sobre las quijadas del tornillo prensa.

Grapas y pernos.- hay gran variedad de grapas y pernos disponibles para sujetar con precisión las piezas de la mesa para las operaciones de maquinado. Podemos nombrar dos grapas plana y grapa en "U", éstas son las más usuales para la sujeción de piezas en cepillo, torno, taladro o en la fresadora.

Para asegurar la máxima presión de grapado es importante que el perno quede colocado lo más cerca posible de la pieza y que el bloque tope esté ligeramente más alto que la pieza que va a sujetar.

ANILLO MICROMETRICO GRADUADO

El anillo micrométrico graduado está montado cerca de la manivela en el tornillo de avance hacia abajo. Está graduado en milésimas por vuelta del tornillo depende del número de filetes por pulgada. Este anillo se usa para ajustar la profundidad del corte en milésimas de pulgada.

Para ajustar la profundidad de corte para quitar $1/32"$ de una superficie, calcule o vea en una carta de equivalentes decimales y encontrará que a la milésima más cercana, la lectura es 0,031". Ajuste el anillo en 0 y gire el tornillo de avance hacia abajo 31 graduaciones. La herramienta de corte quitará entonces $1/32$ de la superficie.

REGLAS DE SEGURIDAD

1. Antes de arrancar el cepillo, asegúrese de que la pieza, el tornillo prensa y el carro están correctamente sujetos; también asegúrese de que la herramienta y el cabezal giratorio pasan sobre toda la pieza.
2. Evite siempre que vuelen las rebabas usando una pantalla de metal o de alambre.
3. Párese siempre paralelo a la carrera de corte y no enfrente de ella.
4. Nunca trate de quitar las rebabas o llegar a ellas a través de la mesa mientras el carro esté en movimiento.

INDICE

Subtema	Pág.
Introducción	22
1. Consideraciones Generales	23
2. Operaciones de fresado	24
3. La Herramienta	25
3.2 Clasificación	27
3.2.1 Según la forma y de su disposición	27
3.2.2 Según la forma en que los dientes de la fresa están dispuestos con respecto al eje de rotación	28
3.2.3 Según el número de caras cortantes	30
3.2.4 Según las formas de sujetarlas en el árbol	31
3.2.5 Según la aplicación	31
3.2.6 Materiales para las fresas	32
3.2.7 Elementos de corte de las fresas	33
4. La Máquina	33
4.1. Diferencia entre la fresa horizontal corriente y la fresadora universal de tipo de columna	40
4.2 Fresadora vertical	41
4.3 Fresadora de gran producción	41

4.4. Fresadora de tipo planeadora	41
4.5 Máquina horizontal de precisión para mandrinar y fresar	41
4.6 Máquina de precisión para taladrar y mandrinar plantillas de agujeros	42
4.7 Fresadoras para útiles y matrices	42
5. Fresadoras para útiles y matrices	42
5.1. Accesorios de fresado vertical	43
5.2 Accesorios de fresado universal	43
5.3 Accesorios de fresado vertical combinado	43
5.4 Accesorios de fresado universal rápido	44
5.5. Plato giratorio	44
5.6 Cabezal para ranurar	45
5.7 Cabezal para cremalleras	45
5.8 Aplicaciones del cabezal para fresar en espiral	46
5.9 Tipos de tornillos de mordazas que se usan para los trabajos de fresado	46
5.10 Plato magnético	47
5.11 Mandril elástico	48
5.12 Arbol portafresas	48

5.13 Fijador de leva	50
5.14 Cabezal divisor	50
6. Operaciones de fresado	51
6.1 Cómo fresar costados a escuadra	53
6.2 Cómo aserrar, ranurar y fresar cuñeros	54
7. Bibliografía	122

INTRODUCCION

" Desde que en 1818, fué creada la primera fresadora por Elí Whitney, se ha venido utilizando el mismo principio para producir muchos otros tipos de fresadoras.

Actualmente se utilizan una gran diversidad de dispositivos de fijación, cada uno de ellos con su propia función especial.

Entre los tipos característicos que se ven en los talleres, están las fresadoras manuales, verticales, horizontales, de bancada, cepilladoras y de doble husillo, destinada cada una de ellas a realizar una clase de trabajo determinado."

1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Se llama fresa la herramienta que ejecuta el trabajo en las máquinas de fresar.

En principio, una fresa no es más que la reunión de una serie de pequeñas herramientas, dispuestas sobre un cuerpo cilíndrico. La fresa puesta a gran velocidad de rotación presenta sucesivamente sobre la superficie en trabajo cada una de las herramientas simples que se llaman dientes.

Dada la velocidad que lleva la fresa, no es más que la reunión de un gran número de dientes, en cada momento actúa uno de estos sobre la superficie, de modo que el trabajo resulta continuo.

La velocidad del trabajo de una herramienta cualquiera está limitada por su grado de calentamiento. Cuanto más rápido marcha una herramienta, más se calienta por cuyo motivo no se le pueden dar velocidades que pasen de un cierto límite. Esto es lo que sucede en los tornos, acepilladoras, limadoras, cajeadoras, mortajadoras, etc., que son máquinas en las cuales la herramienta está siempre en contacto con la pieza que se trabaja.

Pero las de fresar sucede de otra manera: el contacto de cada diente con la pieza tiene poca duración; una gran parte del diente toca la superficie pero poco es el tiempo que dura en contacto con la pieza, de modo que se enfría por sí mismo con el aire. Así es que la fresa se calienta poco y puede por consiguiente, trabajar con gran velocidad.

Como se comprueba fácilmente en la práctica las fresadoras presentan sobre las demás máquinas herramientas las siguientes ventajas:

1.- Mayor capacidad de producción: Esta depende de la gran velocidad con que trabaja la fresa, como se explicó antes, y de su gran número de dientes.

2.- Mayor precisión en el trabajo: Eligiendo una fresa adecuada, se pueden obtener una serie de piezas, todas perfectamente iguales y, por lo tanto, intercambiables.

Una vez montadas sobre la máquina la fresa y la pieza, la precisión y la uniformidad del trabajo sólo dependen de los movimientos automáticos

que se han preparado y calculado de antemano. En esta forma no se necesita hacer verificaciones, al contrario de lo que sucede, por ejemplo en el torno, donde a cada momento se debe verificar el trabajo efectuado, para que no resulte inexacto.

3.- Innumerables maneras de usarla: En las máquinas de fresar pueden ejecutarse los trabajos más variados, hasta los que corresponden a otras máquinas útiles, como son desbastar, acepillar, limar, cortar, agujerar, cajear o mortajear, etc.

Las piezas de perfiles raros que no pueden obtenerse en otras máquinas, se construyen con toda facilidad y economía en las fresadoras. Inclusive pueden trabajarse piezas irregulares ya que la fresa como la pieza pueden moverse en varias direcciones.

En la fresadora existen dispositivos mecánicos para poder cambiar la velocidad de la fresa y compensar las variaciones del material que se fresa y permitir así mismo, el avance automático que controla la velocidad con la que el material se aproxima a la fresa.

El material puede sujetarse rígidamente en una prensa, en un dispositivo fijador o directamente a la mesa, la cual puede ser movida horizontal y verticalmente.

Pueden utilizarse fresas de varios anchos, diámetros y formas, y tipos de muchas hechuras para producir una o millares de piezas simultáneamente. Así pueden ser fresas ranuras, chaveteros, formas y perfiles irregulares, engranajes y otras piezas que requieren divisiones iguales, con un elevado grado de semejanza y precisión por operarios especializados.

2.- OPERACION DE FRESADO

El fresado es una operación mediante la cual puede quitarse material de una pieza empleando una o más piezas giratorias con uno o varios dientes.

La pieza puede sujetarse en un tornillo de mordazas u otro dispositivo de fijación, el cual va a su vez, fijado a la mesa, también puede sujetarse la pieza directamente a la pieza. El material es arrancado haciendo avanzar la mesa hacia los dientes de la fresa giratoria. Las fresas se fabrican en

varias formas y tamaños siendo cada una fabricada para una finalidad específica.

Los métodos de mecanizado de los días presentes han incrementado el valor de la fresadora como unidad de producción.

Debido a la variedad de operaciones de posible ejecución y el grado de precisión alcanzable, la fresadora es hoy día considerada en la industria tan importante como el torno. La fresadora se emplea para mecanizar superficies planas o perfiles irregulares, pudiendo también utilizarse para tallar engranes y roscas, taladrar y mandrinar agujeros, ranurar chaveteros y graduar con precisión medidas regularmente espaciadas.

3.- LA HERRAMIENTA

Las frases son las herramientas de corte utilizadas en las fresadoras para quitar material. Pueden adquirirse en gran número de tipos, tamaños y anchos estándar. Además, pueden obtenerse con los fabricantes de fresas o hechas en el taller de herramientas, especialmente diseñadas para trabajos poco frecuentes.

3.1.- DESCRIPCION DE LAS FRESAS

Hay que conocer los términos utilizados habitualmente para pedir una fresa del depósito de herramientas, o cuando se describe una de ellas, para ser un operario fresador eficiente.

El Diámetro: es el tamaño de la fresa medido sobre los dientes, cuando la fresa es nueva, será exacta con los límites establecidos por la American Standards Association.

VER ANEXO

El Ancho: es la distancia de un lado al otro, medida transversalmente a su frente y paralela a su eje. Una fresa de 3-1/2" de diámetro, con un frente de 3/8" lleva la marca 3-1/2" de diámetro, con un frente de 3/8" lleva la marca 3-1/2 x 3/8".

VER ANEXO

El Anima: es la abertura a través del centro de la fresa, paralela a su eje. Su diámetro es rectificado en menos de .000" y más de .001; eso es, puede ser .001" en exceso y .000" en defecto.

El diámetro del ánima es proporcional al diámetro exterior de la fresa. Las ánimas se hacen en tamaños que se ajustan a los árboles estándar de fresadora, tales como 7/8" y 1-1/4".

El Cuñero: Es una ranura rectangular cortada longitudinalmente en el ánima de la fresa. Aloja una cuña que encaja en el cuñero del árbol de la fresadora e impide que resbale la fresa bajo la presión del corte. Los tamaños han sido estandarizados. Por ejemplo, todas las fresas con 1" de diámetro de ánima de 7/8" tendrán un cuñero de 1/8" x 1/16".

VER ANEXO

El Vástago: es la parte alargada e integral de las fresas con mango de menos de 2" de diámetro. El vástago centra y sostiene las fresas en el husillo de la máquina sin, o con, un adaptador.

El vástago puede ser recto o cónico. El primero tiene un diámetro estándar, como 1/2", por ejemplo. Varía con el tamaño de la fresa, así como son el cónico que puede ser Brown and Sharpe o un cono Morse.

El extremo del vástago puede tener cola tipo A, ser roscado tipo B, o ser plano.

Los dientes: tienen los filos cortantes de la fresa, su posición está determinada por la clase de fresa, por ejemplo una fresa para fresado plano solo tiene dientes en su periferia. La fresa para corte lateral tiene dientes en sus costados, además de los de la periferia. Los dientes a su vez pueden ser rectos o helicoidales, es decir, sus filos cortantes pueden ser paralelos o angulares con el eje de la fresa.

VER ANEXO

3.2.- CLASIFICACION

Es conveniente hacer una advertencia en cuanto a la clasificación, ya que infinidad de tipos de fresas pueden existir, desde las más comerciales hasta las más sofisticadas y en casos más específicos se pueden hacer en el mismo taller con otras fresadoras.

La clasificación que he encontrado de entre varios libros es la siguiente:

3.2.1.- Según la forma y disposición de los dientes:

a) Fresas de dientes agudos.

En general todas las fresas de una sola pieza que no exijan una forma de perfil constante (cilíndricas, de disco, etc.)

VER ANEXO

b) Fresas de cuchillas insertadas.

Son de tamaño mayor; constan de un plato o cuerpo y las cuchillas son desmontables, los dientes están cruzados.

VER ANEXO

c) Fresas de perfil constante con despulla en los dientes.

Se construyen espacialmente para una forma determinada.

3.2.2.- Según la forma en que los dientes de la fresa están dispuestos con respecto al eje de rotación.

a) Fresas de frente los dientes están dispuestos sobre la superficie curva del cuerpo. La línea de cada diente puede ser recta; pero generalmente se hace helicoidal para facilitar el corte, y aún se suelen ranurar los dientes con el mismo objeto.

Esta fresa sirve para planear superficies de cualquier clase de piezas. Ejecuta un verdadero acepillado. Si los dientes están en línea curva cualquiera que sea, la fresa lleva el nombre especial de perfilada. La curva de los dientes se debe responder en cada caso a la forma que se desea obtener.

VER ANEXO

b) Fresas radiales o de lado: los dientes están ejecutados sobre una cara plana del cuerpo de la fresa perpendicular a su eje de rotación. Se ve que

las líneas de los dientes concurren hacia el eje formando radios.
La figura muestra también la forma en que se efectúa el trabajo: P son cuatro piezas iguales fijadas en la mesa de la máquina; F es la fresa que corta de lado y las flechas inducen la dirección de los movimientos.

VER ANEXO

c) Fresas de ángulo: los dientes están dispuestos según dos superficies troncocónicas que forman entre sí una inclinación cualquiera.

VER ANEXO

La figura de la derecha representa una fresa de ángulo con una sola superficie cónica cortante; está provista de mango cónico y se emplea para fresar cabezas de tornillo.

El mango cónico presenta la particularidad de tener en su extremo un agujero roscado que le permita sujetarse rígidamente al eje, igualmente roscado de la máquina, estos se llaman comercialmente Morse.

d) Fresas combinadas: la combinación de los tipos descritos ha dado lugar a las fresas representadas por la figuras abajo, que pueden trabajar con varias caras a la vez.

VER ANEXO

La de la izq. se llama fresa de tres caras y diente cerrado y la de la derecha, de tres caras y diente abierto.

Estas sirven en general para acanalar. Una variedad de este tipo está representada por la fresa de la figura siguiente, que sirve para hacer ranuras o canaletas en forma de T, la sección de las canaletas obtenidas tiene la forma y dimensiones indicadas aparte.

Para ejecutar ranuras de forma complicada, en piezas que por su gran demanda deban ser fabricadas en serie, se venden en el comercio fresas combinadas, que reúnen en un solo cuerpo dos o tres tipos de fresas simples.

VER ANEXO

En la figura de abajo se ve colocada en la máquina una fresa que permite trabajar al mismo tiempo cinco caras de una pieza. Las dos fresas L trabajan de lado, las dos A en ángulo, y la F de frente.

VER ANEXO

3.2.3.- Según el número de caras cortantes:

- a) *De una cara de corte.* Fresas de planear, ranurar, sierras, etc.
- b) *De dos caras de corte.* En general todas las frontales.
- c) *De tres caras de corte.* Todas las de disco incluidas las extensibles.

3.2.4.- Según la forma de sujetarlas:

- a) con agujero calibrado para ejes portafresas. Fresas cilíndricas, de disco.
- b) Con agujero y ranuras de arrastre para conos portafresas. Fresas frontales cilíndricas, cónicas frontales.
- c) Con mango, el cual puede ser:

Cilíndrico: En general todas las fresas frontales de poco diámetro, para agujeros rasgados, chaveteros, ojales, etc.

Cónico: Está normalizado el cono Morse, además van provistas de cono las fresas mayores e incluso con lengüeta de arrastre y también con rosca de apriete.

3.2.5.- Según la aplicación a la que se les destina:

a) Fresas para trabajo ligero de corte plano: Estas suelen ser de 3/16" a 3/4" de ancho, tienen los dientes rectos; las de mayor anchura tienen los dientes helicoidales. Tienen aproximadamente, de 4 a 5 dientes por pulgada de diámetro. El ángulo de la hélice de los dientes oscila entre 18 y 25 grados y varía con las diferentes marcas. Las más anchas dan los mejores resultados cuando se hacen cortes ligeros y el material está bien sujeto, de suerte que haya poca vibración.

VER ANEXO

b) Fresas para trabajo pesado de corte plano: Llamadas algunas veces fresas de dientes gruesos, tienen de 2 a 3 dientes por pulgada de diámetro. Así una fresa estándar de corte plano, tipo trabajo pesado, de 4" de diámetro, puede tener 9 dientes en su superficie exterior. El ángulo de la hélice de los dientes, que varía entre 25 y 45 grados difiere según el fabricante de la fresa.

VER ANEXO

c) Fresas helicoidales para corte plano: Están proyectadas para los tipos más pesados de fresado, para pasadas intermitentes o para cortes ligeros que requieren acabado limpio. Estas fresas tienen solamente 1 ó 2 dientes por pulgada de diámetro. Además el ángulo de la hélice de los dientes es muy pronunciado. Entre 45 y 60 grados. Tienen la tendencia mínima a vibrar o a deformar el material debido al ángulo con el que sus dientes lo atacan.

d) Fresas de dientes cruzados: Tienen filos cortantes sólo en la superficie perimetral, los dientes alternos se hacen con ángulos de paso derechos e izquierdos en los filos superiores de corte

VER ANEXO

3.2.6.- Materiales para las fresas:

Los materiales para hacer las fresas, son:

- 1) acero al carbono,
- 2) acero rápido,
- 3) estelita y
- 4) Carburos sementados.

La mayoría de las fresas están hechas de acero rápido, aunque el acero al carbono se emplea para fresas destinadas a trabajo ligero.

La estelita, cuando se utiliza en forma de cuchillas insertadas en las fresas de tipo frontal. Tiene su mejor aplicación para el fresado de hierro colado.

Los carburos cementados o calcinados se emplean en los filos de los dientes fijados y en los de las hojas insertadas de las fresas frontales cuando se realiza trabajo pesado. Además cada vez se utilizan más para dar una mayor producción, por sus mayores velocidades de operación y la calidad de precisión de acabado.

3.2.7.- Elementos de corte de las fresas:

Las fresas están formadas por un cuerpo y varios dientes cortantes dispuestos de manera tal, que según el trabajo a que se les destina, deban reunir unas propiedades específicas para efectuar el corte de los materiales en las mejores condiciones posibles.

En toda fresa hay unos elementos que determinan sus características:

El cuerpo: en las fresas pequeñas, forma una sola pieza, en las mayores es independiente de los dientes que son postizos.

La periferia: envolvente imaginaria de su superficie exterior cortante que genera la zona de corte y determina su diámetro exterior. Es paralela al eje de giro.

El diámetro se mide en los filos de los dientes.

Los dientes: El elemento principal de las fresas. En el se distinguen los flancos cara, filo, dorso, ancho, y ángulos correspondientes.

4.- LA MAQUINA

Una fresadora es una máquina herramienta que quita metal mientras avanza el material contra un cortador rotatorio. El material se sostiene sobre una mesa que controla el avance contra el cortador. En la mayoría de las máquinas, existen tres movimientos posibles de la mesa: longitudinal, transversal y vertical, en algunas la mesa gira.

Es la más versátil de las máquinas herramientas, pueden labrarse superficies planas o con perfiles determinados, con un acabado y precisión excelentes. Los ángulos, ranuras, dientes de engrane y cortes internos pueden hacerse utilizando fresas diferentes. Pueden sujetarse en el receptáculo del árbol. Puesto que todos los movimientos de la mesa

2894811

242177

tienen ajustes micrométricos, los agujeros y otros cortes pueden espaciarse con toda precisión. La mayor parte de las operaciones que se efectúan en las cepilladoras taladros de banco, cortadores de engranes y escariadores, también pueden hacerse en las fresadoras. Estas producen un mejor acabado y mantienen los límites de las tolerancias con mayor facilidad que una cepilladora.

Pueden hacerse cortes profundos sin sacrificio apreciable en el acabado o exactitud.

Existe una extensa variedad de fresadoras que difieren en dimensiones y tipo.

Cada tipo es especialmente adecuado para una clase de trabajo particular.

Los diferentes textos dan como referencia diferentes clasificaciones, así el Begeman dice:

A: Tipo de columna y rodilla

- 1.- Fresadora manual
- 2.- Fresadora simple
- 3.- Fresadora universal
- 4.- Fresadora universal de tipo corredera
- 5.- Fresadora vertical
- 6.- Fresadora omniversal

B: Fresadora de cepillo

C: Tipo de cama fija

- 1.- Fresadora simple
- 2.- Fresadora duplex

3.- Fresadora triplex

D: Tipos especiales

- 1.- Máquina de mesa rotatoria
- 2.- Fresadora planetaria
- 3.- Máquina duplicadora o perfiladora
- 4.- Fresadora de Pantógrafo

Ford dice: Hay tres tipos de fresadoras

- 1.- Fresadora de columna y cartela
- 2.- Fresadora de gran producción
- 3.- Fresadoras especiales

En este caso se explicarán las fresadoras más comunes dentro de la industria y pequeños talleres para saber mejor el concepto en general de lo que constituye una fresadora.

El tipo de fresadora que más a menudo se encuentra en los pequeños talleres de maquinaria en general es el tipo de columna y cartela. Es una máquina para trabajos en general con una gama completa de velocidades y avances que pueden regularse lo mismo a mano que automáticamente.

Hay tres estilos de fresadoras del tipo de columna y cartela:

- 1.- Fresadora Horizontal o corriente
- 2.- Fresadora Universal
- 3.- Fresadora Vertical

Las partes más importantes de una fresadora son: la columna, la cartela, el caballete, la mesa, el husillo y el brazo superior.

La columna, incluyendo la base, es la pieza fundida principal que sostiene todas las demás partes de la máquina. La superficie frontal de la columna, o sea, la cara se mecaniza de modo que constituya una guía precisa para la carrera vertical de la cartela.

La cartela sostiene el caballete. Dentro de ella se hallan los engranes de cambio de avance. La cartela o consola puede subirse o bajarse sobre la cara de la columna; su altura puede ajustarse mediante el tornillo de elevación que le sirve de soporte.

VER ANEXO

VER ANEXO

VER ANEXO

VER ANEXO

VER ANEXO

VER ANEXO

El caballete sostiene la mesa. Se apoya sobre las superficies mecanizadas con precisión de la cartela, las cuales, además, le sirven de guía.

La mesa sirve para sujetar la pieza. Descansa sobre las guías en cola de milano del caballete. Algo largo de toda la longitud de su superficie tiene mecanizadas unas ranuras en T, las cuales sirven para alinear la pieza o el dispositivo de sujeción de la misma. Los pernos que se utilizan para sujetar la pieza o el dispositivo de sujeción de la misma a la mesa ajustan holgadamente en dichas ranuras en T.

El husillo sujeta y acciona a las diversas herramientas. Es un árbol que va montado sobre cojinetes alojados en la columna.

El husillo es accionado por un motor eléctrico, através de un tren de engranajes también montados dentro de la columna.

El extremo frontal del husillo tiene un agujero cónico y chavetas de arrastre para alojar y accionar las diversas herramientas de corte, platos de sujeción y árboles portafresas.

El brazo superior va montado encima de la columna y va guiado en perfecta alineación por las superficies en cola de milano mecanizadas. El brazo superior sostiene el árbol portafresas. Es ajustable y puede fijarse en cualquier posición.

4.1.- Diferencias entre una fresa horizontal corriente y la fresadora universal del tipo de columna y cartela:

La fresadora universal tiene un aspecto muy parecido al de la horizontal corriente.

En vez de la mesa sostenida por el caballete, la máquina universal tiene un elemento adicional, el bastidor de la mesa, que pueden girar encima del caballete. Esta característica permite el fresado angular en espiral y helicoidal de ranuras, estrías y dientes. Este tipo de trabajo requiere el uso de un accesorio llamado cabezar divisor. La fresadora universal se utiliza para el mecanizado de dientes de engranes rectos y helicoidales, escariadores y fresas.

Se considera como una de las máquinas más importantes del taller de utillaje e instrumentos.

4.2.- Fresadora Vertical:

La fresadora universal se denomina así porque el husillo está dispuesto verticalmente y formando un ángulo recto con la superficie de la mesa. Este husillo tiene un movimiento vertical, y la mesa puede moverse vertical, longitudinal y transversalmente. Tanto los movimientos del husillo como los de la mesa pueden regularse a mano o mecánicamente. La fresadora de husillo vertical puede usarse para fresado frontal y de perfiles, fresado de matrices y posesionado y mandrinado de agujeros.

4.3.- Fresadora de gran producción

Esta fresadora se usa principalmente para producir piezas mecánicas en grandes cantidades, pudiendo aplicarse para una extensa variedad de operaciones de fresado. El husillo puede moverse verticalmente sobre las guías mecanizadas del cabezal. La mesa cabalga en las guías mecanizadas de la bancada y se mueve longitudinalmente y en sentido perpendicular al husillo. La mesa no puede moverse verticalmente.

Existen dos tipos de fresas de gran producción: la del estilo corriente va equipada con un husillo y un cabezal. La fresadora de gran producción del tipo duplex, con dos husillos horizontales montados en soportes de husillo ajustables independientemente.

4.4.- Fresadora de tipo planeadora

La fresadora tipo planeadora está diseñada para grandes piezas que requieren pasadas profundas y fuertes avances, que son las que abundan en la industria pesada.

Pueden ir equipadas con uno o más cabezales de fresar

4.5.- Máquina horizontal de precisión para mandrinar y fresar

Es una máquina de grandes dimensiones dotada de gran resistencia y que puede efectuar trabajos de gran precisión, se trata de una MAQUINA PARA USOS MULTIPLES ya que puede realizar con una sola preparación, cualquiera de las operaciones de taladrado, fresado o mandrinado.

4.6.- Máquina de precisión para taladrar y mandrinar plantillas de agujeros.

Es una máquina especialmente diseñada para simplificar la ejecución de agujeros de medida precisa y para simplificar los problemas que derivan de la necesidad de situarlos con un alto grado de exactitud.

4.7.- Fresadora para útiles y matrices.

Es una máquina especialmente diseñada para el fresado de superficies curvas o irregulares y de superficies situadas entre salientes, soleras y protuberancias. Por medio de una punta de trazar que cabalga sobre una leva, la fresa reproduce automáticamente y con precisión, perfiles complicados, se le llama también de pantógrafo.

VER ANEXO

5.- Accesorios para las fresadoras:

Cualquier accesorio de las máquinas se diseña para incrementar la versatilidad de la misma, proporcionando una mayor capacidad de trabajo.

5.1.- Accesorio de fresado vertical.

Puede montarse en la cara de la columna de una fresadora horizontal del tipo de columna y cartela, así la fresadora puede hacer operaciones que sólo una vertical haría.

VER ANEXO

5.2.- Accesorios de fresado universal:

Es un accesorio que convierte una fresadora corriente en completamente universal, ya que el huesillo puede ajustarse a cualquier ángulo en ambos planos.

Esto permite que una fresa espiral ejecute el trabajo de una fresa angular.

VER ANEXO

5.3.- Accesorio de fresado vertical combinado:

Es un accesorio cuyo huesillo puede ajustarse en dos planos. Con el huesillo ajustado formando un ángulo con la mesa, con el fresado de cantos inclinados en piezas largas, puede recorrerse la total longitud de la mesa, ahorrándose así tiempo de preparación.

VER ANEXO

5.4.- Accesorio de fresado universal rápido:

Cuando se utiliza espiral de pequeño diámetro para el fresado de ranuras, chaveteros o perfiles acanalados, o para el mecanizado de moldes o matrices se monta un accesorio de fresado universal rápido. Por medio de engranes interiores, la velocidad de giro es sustancialmente incrementada, con el consiguiente aumento productivo en el avance.

VER ANEXO

5.5.- Plato giratorio:

Empleando los avances longitudinales y transversales de la mesa, conjuntamente con el movimiento de rotación del plato, el operario puede mecanizar una gran variedad de perfiles, levas, etc.

VER ANEXO

5.6.- Cabezal para ranurar:

El cabezal para ranurar, cuando se monta sobre la cara de la columna de la fresadora corriente o universal, convierte el movimiento de giro del huesillo en un movimiento de subir y bajar del soporte de la herramienta.

VER ANEXO

5.7.- Cabezal para cremalleras:

Es un accesorio utilizado para tallar dientes de engranajes, a lo largo de una línea recta. También puede usarse conjuntamente con los centros de un divisor para tallar tornillos sin fin en fresadoras universales.

VER ANEXO

5.8.- Aplicaciones del cabezal para fresar en espiral:

Cuando el cabezal para fresar en espiral es aplicado a una fresadora universal, es posible el fresado de espirales con un ángulo de hélice mayor de 45°. Este accesorio se utiliza para el fresado de ruedas dentadas, tornillos sin fin, roscas de tornillo, brocas helicoidales y fresas espirales.

VER ANEXO

5.9.- Tipos de tornillos de mordazas que se usan para los trabajos de fresado:

La forma y el tamaño de la pieza a fresar determinan el tipo de tornillo de sujeción más adecuado. *El tornillo de mordazas pequeño* se usa para operaciones de fresado ligeras; el soporte con sus guías es de hierro fundido y las mordazas de acero de herramientas templado y rectificado, el tornillo se fija a la mesa por medio de pernos en T que pasan por los extremos del mismo, osea en sus borquillas.

VER ANEXO

El tornillo de mordazas con platina puede sujetar piezas hasta de 7" de ancho y es el tipo de tornillo usado para las operaciones de fresado en fresadoras corrientes; su pequeña altura y ancha base le confieren la rigidez necesaria para pasadas profundas.

VER ANEXO

El tornillo de mordazas giratorio consta de dos piezas básicas, el cuerpo es idéntico al del tornillo con platina, pero puede girar sobre la base, la cual es graduada en grados. Por otra parte está provisto de una charnela que permite ajustarlo, en el plano vertical, a cualquier ángulo desde 0° a 90°.

VER ANEXO

5.10.- Plato magnético

Es un dispositivo que sirve de imanes para sujetar la pieza encima de la mesa de la fresadora. Es especialmente apropiado para piezas delgadas cuya sujeción con el tornillo de mordazas ofrece dificultades.

VER ANEXO

5.11.- Mandril elástico

Los mandriles elásticos son útiles adecuados para sujetar alambre, pequeñas varillas bricas de mango cilíndrico, fresas de labios, etc.

El mandril está propiamente constituido por un manguito de sujeción, de acero; está rectificado para sujetar con un agujero cónico normal, y agujereado en toda su longitud. Tiene también una pinza de resorte que se mantiene en posición mediante una tuerca que va roscada en un extremo del mandril y que aprieta la pinza contra el asiento cónico del mismo, ajustándolo concéntricamente.

VER ANEXO

5.12.- Arbol portafresas:

Es un árbol para sujetar fresas giratorias. La figura de abajo muestra el tipo de árbol portafresa que se usa en la fresadora que tiene un husillo de extremo normal y la otra figura muestra el tipo de árbol portafresas empleado en la portafresa cuyo husillo tiene el extremo roscado.

Hay otro tipo de portafresas diseñados por fresas particulares, el mandril para fresas cilíndrico-frontales a, el mandril para fresas frontales b, el mandril para fresas de voladizo c, y el mandril de adaptación para sujetar barrenas, manguitos y fresas de mango cónico.

VER ANEXO



2894811

VER ANEXO

5.13.- Fijador de leva:

Es un dispositivo que se adapta al mango de la fresa y que sirve para proporcionar una buena fijación, una transmisión positiva y una posibilidad de desmontaje fácil a las fresas de mango cónico y a los mandriles de adaptación que se sujetan con este fijador.

En la siguiente página tenemos el esquema.

5.14.- Cabezal divisor:

A veces llamado divisor de fresadora, es un dispositivo mecánico utilizado para dividir la circunferencia o periferia de una pieza en partes especificadas o separaciones angulares también constituye un medio de firme sujeción de la pieza.

VER ANEXO

Los elementos más importantes del cabezal divisor están contenidos dentro de la envolvente o caja, son: la rueda helicoidal y el tornillo sin fin, los platos divisores, los brazos del sector y los engranajes de cambio.

VER ANEXO

6.- OPERACIONES DE FRESADO

Disponer la fresadora para realizar un corte se llama "preparar la máquina". Ello incluye el fijar el material, la colocación en posición de la fresa y el ajuste de los mecanismos motriz y de avance para proporcionar la velocidad adecuada a la fresa y el avance conveniente al material. El preparar la máquina y seleccionar la fresa están determinados por el fresado. La primera superficie por fresar es una superficie plana horizontal. Se escoge una fresa de corte plano, de ancho algo mayor que la superficie que hay que fresar. Generalmente cuando se utiliza una fresa de agujero para este trabajo se asegura el trabajo en posición antes de montar la fresa en el árbol.

Desde que se ha utilizado en la fabricación el procedimiento de fresado, en todos, excepto en unos pocos tipos de trabajo, las operaciones se llevan a cabo haciendo girar la fresa en dirección opuesta a la del avance. Este método es conocido como fresado en oposición o convencional.

El diseño y la construcción perfeccionados de las fresadoras modernas las hace más rígidas y en adecuadas condiciones de funcionamiento, es ahora posible hacer trabajar las fresas en la dirección de avance. Generalmente, este funcionamiento se conoce como fresado concordante o descendente.

El diseño y la construcción perfeccionados de las fresadoras modernas las hace más rígidas y en adecuadas condiciones de funcionamiento, es ahora posible hacer trabajar las fresas en la dirección de avance. Generalmente, este funcionamiento se conoce como fresado concordante o descendente.

Fresado en Oposición o Convencional:

En este fresado, el giro de la fresa está en dirección opuesta a la del movimiento de la mesa. Por ejemplo, si la fresa gira en el sentido de las agujas del reloj, vista desde el frente, el material avanza hacia la fresa de izquierda a derecha, o contra los filos de la fresa, por lo tanto, el corte se hace en el movimiento hacia arriba del diente. Los filos cortan hacia arriba desde el fondo del corte hacia la superficie del material, dando por resultado la presión contra el movimiento de éste, que es obligado contra la fresa por el avance.

Este método de trabajo absorbe cualquier espacio muerto o juego que exista entre el tornillo de avance de la mesa y su tuerca, porque la acción de la fresa tiende a rechazar el material. Debido al diseño y construcción de las fresadoras, esta ha sido siempre la forma aceptada o convencional, de realizar la mayor parte del trabajo de fresado.

En este método de fresado, los dientes de la fresa suben desde el fondo del corte y la viruta, que al principio es muy delgada, aumenta de grosor gradualmente a medida que el material avanza hacia la fresa. Así alcanza su máximo espesor en el momento en que se abre camino por la superficie del material.

La viruta debe comenzarse a formar en el centro, pero a causa de que todo el material ofrece resistencia a la penetración, el corte real se retrasa algo y principia adelante del centro.

La acción de corte demorada se debe al resbalamiento, o arañado de la fresa sobre el material que ha de fresarse, hasta que se integra la presión suficiente para lograr obligar a la fresa a abrirse camino o a morder en la superficie del material y a arrancar una viruta.

Fresado concordante:

El fresado concordante o descendente difiere del anterior en que el material avanza en la misma dirección que el movimiento de los dientes de la fresa, en lugar de ir contra el movimiento de los dientes. Por ejemplo, si la fresa gira en el sentido de las agujas del reloj, el material avanza de derecha a izquierda. Si la fresa está montada para girar en sentido contrario al de las agujas del reloj, el material avanza de derecha a izquierda.

En el fresado concordante, los filos se mueven hacia abajo desde la parte superior del material hasta el fondo del corte. La presión se ejerce hacia abajo sobre el material y tiende también a atraerlo hacia la fresa.

También difiere en el fresado concordante la formación de viruta de la del fresado en oposición. En su giro hacia abajo, la cara del diente llega a estar casi paralela al material, de suerte que la fresa comienza cortando inmediatamente la cantidad total de que corresponde el diente.

6.1.- Cómo fresar costado a escuadra:

Los costados pueden fresarse a escuadra utilizando diversos métodos, ajustes y fresas, dependiendo ello de la producción. El tamaño del material y las operaciones que haya que realizar, al cabado y el grado de precisión requeridos y el método mediante el cual se fija el material, determinan también como ha de fresarse.

Para el fresado de los costados de piezas cuando se sujetan a la prensa de la fresadora, se emplea, a menudo, una fresa lateral. Siempre que haya que labrar al mismo tiempo cierto número de piezas, se utilizan dos fresas con un collar espaciador entre ellas. Esta operación se llama *fresado acoplado*.

A veces es más conveniente utilizar una fresa frontal con mango para refrentar los costados de una pieza. Las fresas con vástago pueden ser macizas o de tipo hueco. Como la fresa con vástago macizo rara vez es mayor de 2" de diámetro, es mejor emplear la fresa hueca para labrar las superficies más amplias. Estas varían desde 1-1/4" de diámetro hasta 6". Para refrentar las superficies grandes y anchas, se emplea una fresa frontal. Estas se hacen en tamaños crecientes, partiendo de un diámetro mínimo de 6" aproximadamente.

6.2.- *Cómo aserrar, ranurar y fresar cuñeros.*

La sierra de ranurar se utiliza para cortar material que tiene que ser razonablemente exacto en longitud y tener extremos lisos a escuadra con los costados del material. Además, el material de gran tamaño que exceda la capacidad de la prensa de tornillo de la sierra eléctrica, o cuya forma hace difícil sujetarlo firmemente en la prensa, puede cortarse con una sierra de ranurar en la fresadora. El diámetro y ancho de la sierra, y con frecuencia la construcción y tamaño de los dientes, varían con la profundidad del corte y el material que haya de aserrarse.

El ranurado en la fresadora incluye diversidad de cortes. Abarcan desde ranuras muy estrechas y poco profundas como las de las cabezas de tronillos pequeños que no requieren un alto grado de precisión, hasta ranuras anchas y profundas fresadas con precisión en piezas mecánicas. La clase de material, el tamaño del trabajo y las dimensiones de la ranura rigen la elección de fresa y el método de sujeción del material.

Un cuñero es una ranura fresada en el centro de un eje y paralela al eje para recibir una cuña. El cuñero fresado con mayor frecuencia es de forma rectangular, siendo su profundidad igual a la mitad de su ancho y este a su vez de dimensión estándar como 1/4" o 5/16". También se utilizan los cuñeros cuadrados y semi circulares. Para fresar un cuñero de profundidad uniforme en toda su longitud, paralelo al eje del árbol y de la misma profundidad en ambos lados el árbol tiene que colocarse con su eje paralelo a la parte superior y al costado de la mesa de la máquina y centrado con la fresa.

FRESAS

1. Consideraciones sobre las fresas y su trabajo.

Las fresas son herramientas de revolución con múltiples dientes o cortes en su periferia y de las más variadas formas, según el trabajo al que se les destina. Están concebidas para efectuar el mecanizado de piezas multiformes con gran rapidez y precisión.

Su aplicación aumenta constantemente en las construcciones mecánicas, con notable ventaja sobre otros sistemas de trabajar los metales y penetra en las más variadas industrias: madera, materiales plásticos, etc. En la presente obra nos ocuparemos solamente de las fresas para trabajar los metales y sus aleaciones, que es donde su desarrollo ha adquirido mayor importancia.

La principal ventaja de las fresas está en la anchura de trabajo de la herramienta, que en una sola pasada permite terminar una pieza, aunque tenga una forma y perfil irregular, con el empleo de fresas de forma que son la contraparte del perfil a mecanizar.

Las fresas pequeñas se construyen de una sola pieza de acero de herramientas, abriéndose los dientes de su periferia. Las mayores tienen un cuerpo de acero de máquinas y los dientes (de acero especial de corte rápido) son insertados en forma de cuchillas, obteniéndose un mejor aprovechamiento de los materiales caros y facilitando las reparaciones por rotura de los mismos.

A veces se combinan dos o más fresas en un mismo eje para trabajar varias superficies a la vez, constituyendo un tren de fresas.

El elemento principal de las fresas son sus dientes, a los que según la naturaleza y cualidad del material que han de trabajar, se les dá un ángulo de corte determinado. Mediante el temple toman dureza para conservar su perfil, y con el afilado adquieren gran facilidad para penetrar y cortar, desprendiendo virutas, el material que se trabaja.

Además de los aceros de corte rápido, se emplean para los dientes de las fresas, plaquitas y tiras apropiadas de metal duro que van soldadas en las partes cortantes de las fresas, dándoles una mayor capacidad de

utilización. Recientemente se han introducido las fresas con dientes de ángulo de corte negativo (metal duro) que aunque exijan más potencia para alcanzar las altas velocidades de corte que requiere el corte negativo, están produciendo una verdadera revolución en las máquinas fresadoras y en los métodos de fresas (fresar "escalado")

Hay fresas cilíndricas para planear (de un corte), cilíndricas frontales para refrentar (de dos cortes), de disco o circulares para abrir ranuras y alojamientos (de tres cortes), etc., que se utilizan para trabajos similares y se les denomina FRESAS STANDARD de serie con dientes agudos, y las especiales para determinados trabajos que exigen un perfil constante, como las cóncavas para obtener superficies semicirculares, las de dentar por generación, etc. son las llamadas FRESAS DE FORMA con depulla en sus dientes y que después de su reafileados conservan siempre su perfil primitivo.

La acción de una fresa es muy diferente de la de una broca o la de una herramienta de torno, pues éstas trabajan según el principio, penetrando y manteniéndose continuamente el filo en contacto con el material, con lo que se produce una viruta continua.

En la fresa, cada diente corta una viruta en forma de coma cuyo espesor pasa de una valor inicial teóricamente cero hasta un valor máximo, y desciende súbitamente al valor mínimo cuando el diente deja de actuar sobre el material produciéndose unos esfuerzos crecientes que periódicamente se reproducen.

En un principio se construyeron las fresas con dientes rectos de paso pequeño, originándose al trabajar fuertes sacudidas debidas al ataque frontal de los dientes con el material, en perjuicio de la fresa misma y de la máquina. Más tarde se adoptó el dentado en hélice para las fresas cilíndricas, pero con inclinaciones pequeñas.

La competencia exige continuamente fresas de mayor producción y de menor consumo de energía. Los diferentes ensayos efectuados recientemente para lograr fresas perfectas, han demostrado la conveniencia de inclinaciones de hélice de hasta 45°, con pocos dientes pero robustos. Actualmente casi todas las fresas tienen los dientes inclinados para facilitar su penetración y dar más suavidad al corte.

En las fresas de "forma" no se ha logrado aún dar inclinación a los dientes conservando su perfil, acarreado las de más anchura los

inconvenientes de las vibraciones y el calentamiento de sus dientes, producidos por los fuertes choques de toda la extensión de la fresa (diente) que ataca el material a la vez. Siempre que es posible se recurre -depende del perfil- a las fresas compuestas, con depulla oblicua que tiene un trabajo más suave y eficiente.

Existe en toda fresa una relación entre su número de dientes, diámetro e inclinación helicoidal, variando estos factores según el material a mecanizar.

Las fresas se fijan a las fresadoras que les impulsan en su movimiento giratorio, mediante ejes portafresas, por lo cual las fresas tendrán un agujero calibrado para ser montadas en su correspondiente eje, siendo arrastrada por su chaveta y situadas en la posición de trabajo, por medio de casquillos. Hay tipos de fresas con mango cónico que se acomplan mediante conos portafresas directamente a las máquinas y van sujetadas por tirantes que se enroscan en el interior del mango de las fresas.

Para evitar fracasos y obtener buenos acabados hay que fijar solidamente la fresa y observar que giren sin ninguna clase de juego o salto- máximo admitido 0,05 mm.- y procurando que los apoyos (lunetas) estén situados lo más cerca posible de la herramienta; de otra manera sobrevienen las vibraciones, roturas de fresas, flexión de los ejes, etc. en perjuicio siempre de la calidad del trabajo.

DEFINICION DEL SENTIDO DE GIRO DE UNA FRESA

Dirección de corte

Corte a la izquierda: La fresa gira hacia la izquierda vista desde el lado del accionamiento.

Corte a la derecha: La fresa gira hacia la derecha vista desde el lado del accionamiento.

Dirección de la ranura

Ranuras de fresa rectas;

Ranuras de fresa con hélice a la derecha o izquierda;

Ranuras de fresa con hélice derecha-izquierda (opuestas).

(Aplicables a las fresas cilíndricas de presión longitudinal compensada)

En las fresas cilíndricas, generalmente son opuestas las direcciones del corte y de la ranura.

2. Clasificación de las fresas.

1. Según la forma y disposición de los dientes

a) Fresas de dientes agudos.

En general todas las fresas de una sola pieza que no exijan una forma de perfil constante (cilíndricas, de disco, etc.).

b) Fresas de cuchillas insertadas.

Son de tamaño mayor; constan de un plato o cuerpo y las cuchillas son desmontables.

c) Fresas de perfil constante con depulla en los dientes.

Se construyen especialmente para una forma determinada.

2. Según el número de caras cortantes

a) De una cara de corte.

Fresas de planear, ranurar, sierras, etc.

b) De dos caras de corte.

En general todas las frontales.

c) De tres caras de corte.

Todas las de disco, incluidas las extensibles.

3. Según la forma de sujetarlas

a) Con agujero calibrado para ejes portafresas.

Fresas cilíndricas, de disco, trenes de fresas.

b) Con agujero y ranuras de arrastre para conos portafresas.

Fresas frontales cilíndricas, cónicas, frontales.

c) Con mango, el cual puede ser :

Cilíndrico: en general todas las fresas frontales de poco diámetro, para agujeros rasgados, chaveteros, ojales, etc.

Cónico: Está normalizado el como Morse según DIN. También se encuentran en el comercio conos "B. & S." (americanos) . Además de los descritos en el apartado anterior, van provistas de cono las fresas mayores e incluso lengüeta de arrastre y también con rosca de apriete.

4. Según la aplicación a que se les destina

Es la clasificación natural por excelencia; se las denomina fresas por planear, fresas para chaveteros, fresas frontales, fresas cónicas de 45°, fresas de radio de 8, fresas para llaves de tuercas, fresas para escariadores, fresas madre para dentar, platos de cuchilla de diámetro 150, fresas para matrices de tal forma, etc.

3. Fresas "tipo" y sus características de corte

Aunque en realidad hay tantos tipos como fresas existen, no hay inconveniente en reducirlos a unos pocos que constituyan el "tipo" para cada familia de derivadas del mismo, facilitando así su estudio y la comprensión de sus características.

Para una aplicación racional de estas herramientas y, desde luego, para conseguir su rendimiento óptimo, hay que tener muy en cuenta los siguientes factores: naturaleza del material a trabajar (bronce, aluminio, acero, etc.), la cual exigirá unos determinados ángulos de corte según el material; estado del material (fundido, forjado, laminado, etc.); forma de la pieza y partes a mecanizar, en vistas al tipo de fresa y para la forma de sujeción -considerando si es posible la aplicación de un "tren"- o decidir si es más apropiado el trabajo en fresa frontal o cilíndrica, etc.

Será, pues, muy conveniente estudiar cada tipo de máquina disponible y prever la posible unificación o adaptación de los accesorios portafresas mediante conos intermedios para el acoplamiento de una misma herramienta a los diferentes tipos de cabezal de las fresadoras existentes en el taller.

FRESAS PARA AGUJEROS RASGADOS

Constan solamente de dos dientes rectos. El trabajo principal lo efectúan de punta. Está normalizado su tipo con mango cilíndrico y también con mango cónico.

Existe también la fresa doble, según DIN 328.

Se les aplica plaquitas de metal duro cuando las condiciones de trabajo lo requieren. Diámetros normalizados: de 2 a 40 mm.

Están destinados para fresar chaveteros, taladros colisos, oiales y trabajos similares.

Aunque se pueden utilizar en las fresadoras corrientes, existen máquinas especiales automáticas para esta clase de trabajo.

FRESAS FRONTALES CON MANGO

Son indicadas para el refrentado de pequeñas piezas, fresado de interiores, pasajes, alojamientos, etc., y de una manera general para todos los trabajos llamados de punta.

La hoja DIN E844 normaliza este tipo de fresa con mango cilíndrico de los diámetros de 2 a 20 mm, con cuatro dientes helicoidales. La de mango cónico (Morse del 1 al 4) con rosca de apriete para sujeción, está normalizada de los diámetros de 10 a 40 milímetros, según DIN 845 Características de Corte.-

Para aceros corrientes: $a=5^\circ$, $b=8^\circ$, $c=15$ a 25° , $d=30$, $z=6^\circ$

Para aceros duros: $a=3^\circ$, $b=9^\circ$, $c=8^\circ$, $d=20^\circ$, $z=8^\circ$

Para metales ligeros: $a=8^\circ$, $b=20^\circ$, $c=8^\circ$, $d=20^\circ$, $z=8^\circ$

Para metales ligeros: $a=8^\circ$, $b=20^\circ$, $c=20$ a 30° , $d=36^\circ$, $z=10^\circ$

FRESADORAS FRONTALES CILINDRICAS

Se emplean preferentemente para el fresado simultáneo de dos superficies en ángulo recto y las denomina también de dos cortes.

Son recomendadas para obtener superficies planas y paralelas, pues aventajan a las cilíndricas en el acabado liso. Trabajan montadas sobre conos portafresas especiales con chavetas de arrastres y roscados para el tirante de la fijación, acoplados directamente al cabezal de las máquinas verticales, aunque es posible acoplarlas a los husillos de las horizontales.

En la hoja DIN se normalizan estos tipos de fresas con diámetros de 40 a 130 mm.

Características de corte:

Para aceros corrientes: $a=5^\circ$, $b=10^\circ$, $c=15$ a 20° , $D=60^\circ$, $z=10^\circ$

Para aceros duros: $a=3^\circ$, $b=5^\circ$, $c=15^\circ$, $D=50^\circ$, $z=12^\circ$

Para aleaciones ligeras: $a=8^\circ$, $b=25^\circ$, $c=35^\circ$, $D=75^\circ$, $z=8^\circ$

FRESAS CONICAS FRONTALES

Para obtener perfiles angulares, por ejemplo COLAS DE MILANO, CHAFLANES, etc., se utilizan estas fresas de dos cortes provistas de su cono de arrastre normalizado.

En la hoja DIN 842 se describen fresas de este tipo con ángulo de inclinación de 50° .

La norma indica diámetros de 35 a 150 mm y anchos de 12 a 48 mm.

Tienen aplicación en las fresadoras verticales, pero es posible acoplarlas directamente al cabezal de las máquinas horizontales.

SIERRAS CIRCULARES METALICAS

Hay que distinguir las de ranurar, según la hoja DIN 135, y las de cortar.

Cuando se corten materiales duros hay que dar cierta inclinación alternativa a los dientes para evitar que se desvíe el corte dejando un cierto hueco entre los mismos para el alojamiento de la viruta y facilitar luego su evacuación.

Se efectúa un vaciado angular en los lados, para evitar rozamientos innecesarios.

La norma indica anchos de 0,25 a 6 mm. y diámetros de 10 a 120 mm.

FRESAS DE DISCO CON DIENTES CRUZADOS

Con estas fresas se obtienen óptimos resultados en el fresado de ranuras profundas. Conviene que tengan un ángulo de ataque positivo y por esto los cortes laterales son alternos.

Es corriente utilizar trenes de estas fresas, montadas en un mismo eje, combinadas a veces con los de forma especial.

Características de corte:

Para aceros normales: $a=5$, $b=12$, $c=12$ a 15 , $D=100$, $z=14$

diámetro del eje = 27

Para materiales duros: $a=3$, $b=5$, $c=9$ a 12 , $D=1$, $z=22$

diámetro del eje = 17

Para metales ligeros: $a=$ de 6 a 8, $b=25$, $c=$ de 20 a 30, $D=150$, $z=12$

Se hacen normalizado (DIN E885) los diámetros de 50 a 200 mm. y los anchos de 4 a 32.

FRESAS DE MANGO PARA RANURAS EN "T"

Este tipo de fresas es complementario del de las de disco, que abren la ranura en profundidad. Después de usar aquellas, se aplican estas fresas para ensanchar la base, para la cabeza de la T.

La norma establece dientes cruzados para facilitar la evacuación de las virutas durante el trabajo y también como Morse con lengüeta de arrastre. (Hoja DIN No. 851).

Los diámetros normalizados son de 11 a 54 mm. y espesores de 5 a 22 mm.

Para chaveteros circulares, según DIN 122, existen una serie de fresas con mango cilíndrico y de dientes continuos. (Hoja de norma No. 850).

FRESAS CILINDRICAS

A estas fresas se las denomina comúnmente de PLANEAR, y están indicadas para toda clase de trabajos de rebajar material en superficies planas. También es frecuente combinarlas con TRENES DE FRESAS, que a la vez que planean refrentan lados o abren canales.

Las fresas con dientes de más de 30° de inclinación dan cortes limpios, tienen poca tendencia a vibrar y desprenden fácilmente las virutas. No obstante es conveniente no pasar de los 45°.

Hay que tener en cuenta la presión axial, o sea el empuje que experimenta el eje portafresas al trabajar con rotación izquierda con fresas de hélice hacia la derecha.

Cuando se trata de fresas de gran anchura, se adoptarán las de doble hélice, o sea, dos fresas acopladas con inclinaciones o puestas para contrarrestar el empuje axial.

Para los materiales duros convienen fresas de poco diámetro y de bastantes dientes. Para materiales más blandos interesan, diámetros mayores y menor número de dientes.

En la hoja DIN E884 normalizados éstos tipos de fresas con diámetros de 40 a 150 mm y anchuras de 20 a 180 mm.

Las ranuras para chavetas de arrastre son indispensables y deben ser proporcionales al diámetro de los agujeros para el eje portafresas.

Otros detalles constructivos son de elección del fabricante, tales como el marcado de las dimensiones, calidad, etc.

A las fresas de mayor anchura y poca inclinación helicoidal, se las provee de unas muescas rompevirutas en los dientes para facilitar un corte limpio.

Algunos ejemplos prácticos:

Para aceros normales: $a=4^\circ$, $b=10^\circ$, $c=de\ 40\ a\ 45^\circ$, $D=75$, $z=6$

diámetro eje = 32

Para aceros duros: $a=3^\circ$, $b=5^\circ$, $c=de\ 35\ a\ 40^\circ$, $D=60$, $z=10$

diámetro eje = 27

Para aleaciones ligeras: $a=6^\circ$, $b=25^\circ$, $c=de\ 50\ a\ 60^\circ$, $D=90$, $z=90$

diámetro eje = 32

FRESA DE "FORMA" CON PERFIL CONSTANTE

Las fresas standard con dientes agudos se utilizan para trabajos generales y por el uso, con los consiguientes reafilados, se rebajan las medidas nominales; así, por ejemplo, una fresa circular de tres cortes, de diámetro 125 x 20 mm, después de varios reafilados puede tener un diámetro de 121 mm y un espesor de 18 mm continuar prestando servicios.

Cuando se trata de obtener perfiles constantes en la forma y dimensiones, se construyen las fresas de "forma" con "despulla" en los dientes, que después de los reafilados conservan la exactitud primitiva.

Los dientes con despulla siguen una curva de espiral de Arquímedes o también de espiral logarítmica que se genera en los llamados TORNOS DE DESTALONAR.

Hay que tomar ciertas precauciones en la construcción de éstas fresas, para asegurar tanto un buen espesor del diente como que el radio de fondo que une el diente al cuerpo de la fresa, sea lo bastante robusto para resistir los grandes esfuerzos de corte de estas fresas, que al tener tallados los dientes rectos, son mayores que los de las fresas helicoidales de corte más suave.

Con las fresas de corte se resuelven infinidad de problemas de mecanizado de piezas de formas complicadas, en una sola operación y con una gran rapidez, lo que representa una buena economía de otras máquinas y de mano de obra incluso a veces dejan ya las piezas completamente terminadas.

Con una fresa de este tipo, bien construida, se pueden fresar muchos millares de piezas iguales con las tolerancias exigidas en cada una de ellas.

Estas fresas se construyen, según las necesidades, con aceros al carbono, aceros de corte rápido y recientemente con tiras y plaquitas de metal duro.

DATOS TECNICOS					FTX-8-V TORRETA	FUX-120 U.H.TA	M 05 U	MN 2 U	MN 2 H	MN 2 V	M 10 H	M 10 V
MOVIMIENTOS	Longitudinal Transversal Vertical	manual/automático manual/automático manual/automático	mm mm mm	725 325 415	800 300 450	725/683 335/300 435/400	810/800 305/295 360/350	810/800 310/300 410/400	810/800 310/300 410/400	-/1100 -/400 -/500	-/1100 -/400 -/500	
MESA	Longitud Ancho Angulo de giro en los dos sentidos Ranuras: Cantidad, Forma, Tolerancia, Ancho, Distancia	mm mm Grados mm	1100 280 45 3-T-H7-16-75	1200 280 45 3-T-H7-16-85	1100 280 45° 3T-H8-16-83	1300 330 45° 3T-H7-16-70	1300 330 - 3T-H7-16-70	1300 330 - 3T-H7-16-70	1300 330 - 3T-H7-16-70	1800 400 - 4T-H7-16-80	1800 400 500 4T-H7-16-80	
DISTANCIA	Centro del husillo principal y superficie de la mesa Centro del husillo principal y brazo Centro del husillo principal y guías de armazón	mm mm mm	0-470 - 160-680	0-450 128 -	25-460 132 -	60-410 130 -	55-450 130 -	0-480 - 355	40-540 152 -	60-560 - 400		
AVANCES DE TRABAJO	Número Progresión Longitudinal Transversal Vertical	mm/min mm/min mm/min mm/min mm/min	9 1.45 20-390 - -	9 1.45 20-390 - -	12 1.4 16-800 16-800 9-400	12 1.4 12-530 12-530 6-265	12 1.4 12-530 12-530 6-265	12 1.4 12-530 12-530 6-265	12 1.4 12-530 12-530 6-265	48 continúa 10-2000 10-2000 5-1000	48 continúa 10-2000 10-2000 5-1000	
AVANCES RAPIDOS	Longitudinal Transversal Vertical	mm/min mm/min mm/min	1400 - -	1400 - -	3150 3150 1575	3000 3000 1500	3000 3000 1500	3000 3000 1500	400+4000 400+4000 200+2000	400+4000 400+4000 200+2000		
AVANCES LENTOS	Longitudinal Transversal Vertical	mm/min mm/min mm/min	20-390 - -	20-390 - -	- - -	- - -	- - -	- - -	2 2 0.8	2 2 0.8		
HUSILLO PRINCIPAL	Cono Diámetro interior del cojinete delantero Número de Velocidades de Giro Progresión Gama de Velocidades: - normal - opcional - opcional	ISO mm No rev/min rev/min	40 65 8 y variable - 68-2725 -	40 65 12 1.33 50-1250 -	40 70 12 1.46 31.4-2000	40 60 12 1.4 42-1900	40 60 12 1.4 42-1900	40 60 12 1.4 42-1900	40 60 12 1.4 42-1900	50 100 18 1.25 28-1400 22.4-1120 35.5-1800	50 100 18 1.25 28-1400 22.4-1120 35.5-1800	
POTENCIA DE LOS MOTORES	Husillo principal Avances Refrigeración Bomba para lubricación y bloques automáticos	HP HP HP HP HP	20 0.5 0.18 - -	3.5 0.5 0.18 - -	4.0 2.0 0.3 - -	7.5 2.0 0.2 - -	7.5 2.0 0.2 - -	7.5 2.0 0.2 - -	20.0 3.0 0.3 0.75 -	20.0 3.0 0.3 0.75 -		
DIMENSION	Longitud Ancho Altura	mm mm mm	2400 1760 2100	2600 1900 1700	2586 2178 1630	2675 2075 1560	2590 2075 1560	2590 1685 1920	4100 2120 1835	4100 2120 2160		
PESO		Kg	1200	1500	1800	2150	2100	2360	4200	4600		

A. Frenadora Universal, Horizontales y Combinadas con Cabeza de Torreta
 - Debido al desarrollo continuo de la máquina, estos datos pueden cambiar
 Datos proporcionados por: CERLIKON ITALIANA DE MEXICO S.A/CV
 DETROIT No. 9 - 4 PISO, COL. NAPOLES MEXICO 18, D.F.
 TELS. 563-7183 596-4168 596-4171

FRESAS BICONICAS

Son de perfil constante. Están normalizadas según la Hoja DIN 847. Los ángulos que ahí figuran, son: 45°, 60°, y 90°.

Los diámetros de 55 a 95 mm y de espesores de 10 a 30 milímetros.

Tienen innumerables aplicaciones, entre ellas las más corrientes son fresar estrías para el anclaje de ejes, ranuras de forma de V, chaflenes pequeños, etc.

FRESAS DE FORMA SEMICIRCULAR CONCAVA Y CONVEXA

En las hojas DIN 885 y 856 se describen estos tipos de fresas de perfil constante, que se designan por el radio que tiene su forma cóncava o convexa.

Los radios normalizados son de 1.5 a 20 mm. Tienen un gran campo de aplicación dentro de las construcciones mecánicas.

Se desprende que la fresa cóncava reproduce perfiles convexos en las piezas e inversamente la fresa convexa reproduce perfiles cóncavos. En el caso de tener que fresar, por ejemplo, ranuras de engrase de forma semicircular se utilizaría una fresa convexa del radio conveniente. También en el supuesto de querer fresar cabezas de palancas de forma semicircular, se emplearía una fresa cóncava del radio exigido.

FRESAS DE ROSCAR ROSCAS METRICAS

Para fresar las roscas cortas se emplean fresas madres de perfil constante, muy parecidas a las fresas madres de dentar engranajes.

En la forma DIN No. E852 están normalizados los pasos de 0,2 a 3 mm. Los mangos portafresas en que se montan estas herramientas van con cono Morse No. 4 y se describen en la Hoja DIN No. E853.

El trabajo de roscar con estas fresas en las máquinas especiales queda simplificado en gran manera con respecto al torno, ya que con un poco más de una vuelta de la pieza quedan roscadas piezas de precisión con un tiempo, según la naturaleza del material, que a veces no llega a un minuto.

También pueden roscar interiores.

FRESAS MADRE PARA DENTAR ENGRANAJES

También se les denomina "Tornillos-Fresa". Si su construcción es esmerada, con las mismas se obtienen buenos dentados.

Se utilizan en las máquinas de dentar por generación, como por ejemplo, los de tipo RHENANIA:

En la Hoja DIN 858 están normalizados los módulos del 1 al 24, con fracciones de módulo hasta el No. 7.

También existen fresas madre para dentar según el DIAMETRAL PITCH, y para casos especiales se construyen las de dentados corregidos, etc.

Una ventaja de este tipo de fresa es que con la de su módulo pueden fresarse todos los números de dientes posibles.

FRESAS

TABLA I.- AL MODULO

Módulo	Diámetro mm.	Agujero mm.
0,5	38	16 o 22
0,75	40	16 o 22
1	48	16 o 22
1,25	48	16 o 22
1,5	50	16 o 22
1,75	50	16 o 22
2	55	16 o 22
2,25	55	22
2,5	60	22
2,75	60	22
3	65	22
3,25	65	22
3,5	70	27
3,75	75	27
4	75	27
4,25	75	27
4,5	80	27
4,75	80	27
5	85	32
5,5	90	32
6	90	32
6,5	90	32
7	95	32
8	100	32
9	105	32
10	120	38
11	125	38
12	130	38
13	130	38
14	145	38
15	150	38
16	155	38
17	175	45
18	175	45
19	180	45
20	185	45

TABLA II.- AL DIAMETRAL PITCH

Diametral Pitch	Diámetro mm.	Agujero mm
40	38	16
36	40	16
34	40	16
32	40	16
30	45	16
28	45	16
26	45	16
24	48	16
22	48	16
20	48	16
18	50	16
16	50	16
15	55	22
14	55	22
13	55	22
12	58	22
11	58	22
10	60	22
9	60	22
8	65	22
7	70	27
6,5	75	27
6	75	27
5,5	80	27
5	85	32
4,5	90	32
4	90	32
3,75	95	32
3,5	95	32
3,25	100	32
3	105	32
2,75	108	32
2,5	120	32
2,25	125	38
2	135	38

FRESAS CIRCULARES PARA DENTAR

Para dentar los engranajes corrientes (cilíndricos) cuyos flancos de dientes siguen un perfil de envolvente de círculo, en los talleres de reparaciones se usan corrientemente estas fresas de perfil constante STANDARD repartidas en juegos de ocho fresas por módulo (sistema métrico), para obtener dentados aceptables, según el número de dientes de la rueda. También existen estos juegos de fresas para dentados según el DIAMETRAL PITCH (sistema inglés).

Las fresas llevan marcadas sus características: calidad del acero en que son construídas (al carbono o rápido), módulo, número (del juego) y ángulo de presión (obertura del medio ángulo del diente: $14^{\circ}30'$ o 20°).

La composición del juego de ocho fresas es:

Números	1	2	3	4	5	6	7	8
Número	12	14	17	21	26	35	55	135
de dientes	a	a	a	a	a	a	a	a
a fresar	13	16	20	25	34	5	134	Crema- llera

Para los módulos mayores es conveniente efectuar un desbaste previo con fresas de desbastar dientes menos costosas y de perfil simple.

FRESAS AL AIRE

Mediante un portaherramientas con mango cónico que haga las veces de árbol portafresas, pueden improvisarse fresas muy simples de un solo diente con la forma deseada y de los diámetros más variados. El diente se forma (según los casos) con barritas de acero rápido comercial de diámetro de 8, 12, 20, etc. mm.; a veces deben ser más anchos y se forjan en forma de T de manera que el portaherramientas es universal. La principal labor consiste en dar la forma a la punta de la herramienta.

Este mismo soporte es apropiado para mandrilar piezas en la fresadora, consistiendo todo en dar la forma de la punta apropiada.

Es conveniente la rosca de apriete para su fijación en la máquina.

Generalidades

Durante el período de trabajo, la herramienta roza contra el material, ya que en general siempre debe penetrar en éste. Todo trabajo de rozamiento se traduce, cuando no es absorbido, en un desprendimiento de calor, que sobre todo con velocidades de corte elevadas, hace aumentar la temperatura de la herramienta y de la pieza, a causa del efecto de conductibilidad térmica.

Este aumento de temperatura puede ser de tal magnitud que atenúe los efectos del temple de la herramienta; incluso puede destruirlos totalmente. En este caso se dice que la herramienta se destempla, y al no ser bastante dura, para arrancar el material, su rendimiento es prácticamente nulo.

En cuanto a la pieza, la dilatación producida es causa de que el obrero tome medidas inexactas que en muchos casos traen como consecuencia que la pieza no sea admitida, porque en las cotas en frío sean inferiores a los valores medidos durante el mecanizado. Incluso si se trata de una pieza que gire entre puntos, por ejemplo, en el trabajo en torno o rectificadora, su dilatación lineal tiene como consecuencia provocar un esfuerzo sobre las juntas, que provoca en ellas su calentamiento, e incluso puede provocar su rotura. Es por todo esto, que el calor producido durante el mecanizado es un grave inconveniente. A continuación veremos como evitarlo:

a) Eliminar el efecto

En este caso se puede eliminar el calor desprendido a medida que se presenta. Para ello se refrigera regando con una substancia fría aportada y renovada en cantidad suficiente.

b) Eliminar la causa

A igualdad de las demás circunstancias, el trabajo de rozamiento depende del coeficiente de rozamiento (y por tanto, de los materiales constituyentes de la pieza).

En el mecanizado de los metales se combate el rozamiento interponiendo un cuerpo graso entre las dos partes que rozan. De esta manera, el coeficiente de rozamiento disminuye, y también el trabajo correspondiente, y, en consecuencia, la cantidad de calor a él debido. (para ello se lubrica).

c) Eliminar simultáneamente efecto y causa

Empleando sustancias frías en gran abundancia, que posean propiedades lubricantes acentuadas y adecuadas.

Para eliminar rápidamente las calorías producidas se necesita la renovación constante de la sustancia utilizada; además, a fin de evitar la formación de una pasta más o menos abrasiva (virutas finas, polvos de viruta fragmentada) entre la punta de la herramienta y la pieza, es preciso expulsar violentamente las virutas.

Con esto SE REFRIGERA AL MISMO TIEMPO, para lo que evidentemente el chorro del fluido debe dirigirse sobre la herramienta y no sobre la pieza. No obstante, dada la cantidad de materia empleada, para asegurar la evacuación rápida de las calorías, la pieza se refrigera a la vez que la herramienta, lo que produce una doble ventaja.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

REFRIGERANTES EXCLUSIVAMENTE

1. El aire

Empleado en las grandes muelas de rebaba, funciona con la ayuda de un ventilador que aspira la carcasa de la muela, refrigera ésta constantemente mediante una renovación rápida y continua del aire.

Además, éste procedimiento tiene la ventaja de evacuar al mismo tiempo los polvos de metal y de muela, perjudiciales para la salud de los obreros. Dichos polvos se conducen a un sistema de filtros, en los cuales se separa el aire por diferencia de densidad o por absorción pura y simple. El aire depurado de ésta forma, se envía de nuevo al taller.

2. El agua

Su gran calor específico facilita una eliminación rápida de las calorías. Tiene el inconveniente de poseer una gran tensión superficial, y, por tanto, débil poder humectante; además corroe los órganos de las máquinas herramientas.

Añadiéndole sosa se atenúan las consecuencias de la oxidación. Bajo esta forma se utiliza corrientemente para la refrigeración de los trabajos de amolado y rectificación. Empleando un chorro potente (en caudal y presión) se busca ante todo refrigerar y evacuar los polvos abrasivos y las limaduras finas producidas, evitando las incrustaciones de las muelas provocadas por otro productos.

LUBRICANTES EXCLUSIVOS

1. Aceite

Empleado en pequeña cantidad, mediante una bureta, a fin de interponerlo entre la pieza y la punta de la herramienta, es adecuado especialmente para los trabajos de taladrado, torneado y fresado de aceros. Mezclados con productos especiales, entre ellos el azufre, forma aceites que convienen sobretodo para los trabajos con cepillo de toda clase de aceros.

2. Cebo

Se utiliza siempre en pequeña cantidad; debe colocarse sobre la arista cortante de la herramienta. Es perfectamente adecuado para el mecanizado de la fundición gris

REFRIGERANTES Y LUBRICANTES SIMULTANEAMENTE

(agua + jabón disuelto)

Sus propiedades lubricantes se deben a la presencia del jabón. Se utiliza en trabajos de taladrado, fresado, etc.

2. Agua blanca

Tiene el mismo efecto que el anterior, pero sus propiedades lubricantes son más acentuadas; una parte del aceite añadido se disuelve; el resto mezclado íntimamente por medio de una enérgica agitación, queda en suspensión en el líquido en forma de gotitas muy finas, formando una emulsión.

Es lo que da el aspecto blanco lechoso característico, y de aquí su nombre.

Estos aceites especiales, previamente preparados y mezclados con el agua a fin de obtener el agua blanca, tienen nombres diferentes según los fabricantes. Se mezclan con agua caliente (de 40 a 50°) en la proporción de 2 a 6 por 100 para facilitar su disolución, según las instrucciones del fabricante. A continuación se añade agua fría en cantidad suficiente para mantener las proporciones indicadas.

OBSERVACION: Con el fin de preservar a los obreros de afecciones de la piel, es necesario desinfectar periódicamente las cubas que contienen el agua blanca, mediante el uso de fenol al 1%.

Condiciones para una buena agua blanca:

Una agua blanca eficaz no debe:

- contener gomas (obstrucción de guías y tuberías)
- disolver parcialmente el caucho de las tuberías
- oxidar los órganos de las máquinas
- incrustarse en las muelas de esmeril
- enranciarse con rapidez
- ser infectante

Los aceites solubles empleados en la fabricación del agua blanca, así como los aceites puros, son de un precio lo bastante elevado, por lo que se ha pensado en recuperarlos parcialmente, para ello las fábricas

importantes que hacen un gran consumo de éstos lubricantes, recogen las virutas y las llevan a turbinas centrífugas con el fin de poder utilizarlos nuevamente. El beneficio que obtiene la empresa justifica y amortiza rápidamente el costo, a veces elevado de las instalaciones de recuperación.

3. Aceite puro

Se utiliza en gran cantidad y con fuerte presión. Los aceites empleados son sobretodo de origen mineral, debido a su mayor estabilidad en contacto con el oxígeno del aire. Se mejoran con la presencia del azufre o de grafito en estado coloidal, es decir, en partículas muy finas.

Se emplean en trabajos de terrajado, fileteado, cepillado, talla de engranes, cilindrado y fresado (operaciones de fabricación: máquinas de roscar; tornos semi-revólver; tornos revólver automáticos y semiautomáticos; máquinas de tallar engranajes; etc.)

Para el mecanizado de ciertos metales y para trabajos especiales en los cuales es de máxima importancia la conservación de la forma de la herramienta y el grado de acabado de la superficie mecanizada, se utilizan aceites de origen vegetal (oliva, ricino) y animal (aceite obtenido de la grasa blanca no comestible. Pero presentan el inconveniente de desnaturalizarse o enranciarse, sobretodo los últimos, en contacto con el oxígeno del aire, provocando un mal olor que obliga a renovarlos frecuentemente.

Son más costosos que los aceites solubles, pero gracias a su alto poder lubricante, aseguran un mejor acabado de la superficie y mayor duración de la herramienta.

Por éstas razones se utilizan en trabajos de precisión y siempre que la duración de la herramienta (tornos automáticos, semiautomáticos y otras herramientas de precio elevado, cuyo reglaje es engorroso) tiene gran importancia.

Su empleo es obligatorio siempre que el líquido de riego sea susceptible de mezclarse con los aceites de engrase de la máquina o de penetrar en los cojinetes o rodamientos. Los aceites solubles, por disolverse en grasa, originaría un gripado.

4. *Petróleo y gasolina*

Actúan, sobretodo, como refrigerantes, y en algunas ocasiones como lubricantes.

El petróleo conviene para los trabajos de rectificación de fundiciones muy duras y fundiciones nitruradas (rectificadoras de cilindros de motores) terrejado fileteado de fundiciones. En este caso se mezcla a veces con cierta cantidad de aceite.

La eliminación rápida y segura de las virutas de las fundiciones mecanizadas exige el empleo de un chorro abundante y con fuerte presión.

La gasolina se emplea a veces en diversos trabajos de mecanización de aceros extraduros y del aluminio y de sus aleaciones.

Sin embargo el peligro que representa su empleo debe considerarse y estar sometida a prescripciones especiales.

Procedimientos de riego

El riego puede hacerse a mano o mecánicamente

Riego a mano

Se trata siempre de trabajos en series pequeñas o delicados.

Se practica, bien utilizando el caudal regulable de un pequeño recipiente colocado sobre la máquina, o con la ayuda de un pincel embebido en el líquido.

En ciertos trabajos (taladrado, mandrilado, ranurado) en los cuales la parte a trabajar es difícilmente accesible, se utiliza una jeringa para alcanzar eficazmente la arista cortante de la herramienta y facilitar la evacuación de la viruta.

En el taladro de agujeros largos sobre tornos horizontales, por ejemplo, se utilizan brocas llamadas tubo de aceite, destinadas a conducir el líquido inyectado a mano hasta la extremidad de la broca.

Riego mecánico o continuo

Puede conseguirse:

1. Por bomba individual, colocada sobre cada máquina.

El arrastre del rotor de la bomba se obtiene mediante polea y correa (fig. 1) en la mayor parte de los casos esta polea recibe su movimiento de otra calada al árbol de la máquina. (fig. 2)

En la práctica, éste sistema presenta la siguiente desventaja; al arrancar la máquina, el líquido, a causa de su inercia, no llega enseguida a la herramienta, precisamente cuando es necesario.

Para evitarlo se puede accionar directamente del motor eléctrico de la máquina, si ésta es de accionamiento individual. En este caso la máquina debe poseer un dispositivo mecánico de puesta en marcha, además del dispositivo correspondiente del motor.

VER ANEXO

En las máquinas modernas y en las de gran producción de viruta, las bombas son independientes.

Están constituidas por grupos electrobombas muy robustos, con mando eléctrico independiente del que lleva el motor de la máquina. (fig. 3)

VER ANEXO

2. Por bomba que riega un grupo semejante de máquinas herramientas (TORNOS, TALADRADORAS, etc.).

- A fin de disminuir los gastos de instalación y de conservación de las bombas individuales, puede realizarse el riego para un grupo de máquinas que trabajen los mismos metales por medio de una bomba más potente, que recibe su movimiento de un motor independiente. Cada máquina se alimenta por una canalización que parte de un depósito principal en el cual desagua la bomba.

VER ANEXO

LUBRICACION EN MAQUINAS PARA CORTE DE METALES

Las máquinas de cortar metales pueden clasificarse de varias formas, pero, desde el punto de vista de la lubricación, una clasificación conveniente es la siguiente:

- 1) Máquinas de torneear: tornos, mandrinadoras, roscadoras, etc. Los tornos de repujar pertenecen a esta categoría en lo que respecta a la lubricación, aunque, de hecho, son máquinas de conformado de metales.
- 2) Máquinas de corte de superficies: planeadoras, cepilladoras, mortajadoras.
- 3) Taladradoras y escariadoras.
- 4) Fresadoras.

5) Sierras

6) Rectificadoras.

Aunque la lubricación de las máquinas para corte de metales se ajusta a los mismos principios que la de cualquier otra máquina, hay algunos puntos de diseño y construcción que afectan a la lubricación y entretenimiento de un modo general, y, por tanto, son dignos de consideración.

TORNOS.- La máquina herramienta clásica de torneado es el torno, del que se han derivado varios tipos: las roscadoras, los tornos revólver, etc. Como estas máquinas tienen muchos elementos en común, se considerarán conjuntamente. Los elementos principales que deben lubricarse son el eje del cabezal, el carro portaherramientas y las guías y el mecanismo de avance y de alimentación de potencia.

LUBRICACION DEL CABEZAL.- Desde el punto de vista de la precisión de la mecanización, el eje del cabezal constituye el elemento fundamental del torno. Cualquier defecto en sus cojinetes se reflejará en el trabajo, y éste no podrá realizarse dentro de los límites superiores a su juego efectivo (juego en seco menos el espesor de la película del aceite). El cojinete en el extremo del eje del cabezal soporta la mayor parte de la carga radial generada por el trabajo en el torno y también ejerce un efecto mayor que cualquier otro cojinete sobre la precisión de la máquina.

COJINETES ANTIFRICCIÓN.- Los cabezales de la mayor parte de las máquinas funcionan con cojinetes antifricción. En la parte roscada del husillo del cabezal se suelen emplear cojinetes de rodillos de un determinado tipo, aunque en algunas máquinas se emplean cojinetes de bolsas para trabajos duros de contacto angular. En el otro extremo del husillo se suelen emplear cojinetes de contacto angular para conservar tanto la lubricación radial, como la axial y para absorber las cargas de empuje. Los rodillos achaflanados, cuyos juegos radiales pueden compensarse con el ajuste axial de las pistas, suelen emplearse frecuentemente como cojinetes de la parte roscada del husillo del cabezal, pero tiene un frotamiento interno relativamente grande y no son adecuados para trabajos rápidos. Los cojinetes de rodillos lisos, cuyo juego radial es fundamentalmente nulo cuando se montan en una envuelta bien mecanizada, se han empleado con buenos resultados, pero

como no se tiene en cuenta el margen para compensar el juego radial al que resulta del desgaste, la precisión de la máquina se deteriora constantemente, hasta que es preciso montar nuevos cojinetes. Por otra parte, los fabricantes de máquinas que emplean este tipo de cojinetes, sostienen que la velocidad de desgaste que registran es menor que en los tipos de rodillos achaflanados o de pistas partidas, descritos más abajo, y el desgaste total que implica el cambio de los cojinetes es el mismo o más bajo que el que exige el ajuste necesario para mantener los mismos límites del juego radial, teniendo en cuenta que el cambio de cojinetes se realiza con menos frecuencia que el ajuste.

COJINETES CON PISTA EXTERIOR PARTIDA.- Un modelo ingenioso y eficaz empleado en un cierto número de tornos automáticos y cadoras es el de pista exterior partida que se presenta en este tipo, emplea un cojinete de aspecto análogo a uno de agujas, con la excepción de que los rodillos van en una jaula y la pista exterior está achaflanada en la superficie exterior y partidas formando un ángulo con el eje. En la separación se monta un suplemento y la pista se introduce en la envuelta por medio de una tuerca, hasta que dicha separación se cierra completamente. Si aparece un juego radial, el espesor del suplemento se reduce en la tercera parte del juego que hay que compensar y la pista se introduce aún más en su envuelta achaflanada. Antiguamente estas pistas se fabricaban de bronce duro, pero hoy son de acero, de características de desgaste muy superiores.

COJINETE LISO DE BRONCE.- Antiguamente estas pistas se fabricaban de bronce, algunas máquinas tienen casquillos lisos de bronce o con revestimiento de metal blanco o cojinetes de dos piezas, de ser posible taladrados en línea una vez montados en el cabezal, pero sin rebajado de pares, en los que el husillo endurecido se introduce directamente. Los collares que se montan en el husillo aguantan las cargas de empuje que actúan sobre los extremos de los casquillos o sobre anillos de bronce independientes. Los casquillos partidos se emplean a veces.

Un modelo de características superiores emplea un manguito de bronce que se sujeta encima del husillo con una espiga y se aloja en los casquillos de acero endurecido. La ventaja de este modelo es que, en vez de concentrarse en un solo punto del casquillo de bronce, el desgaste

se distribuye por igual alrededor del manguito rotatorio, con lo que la precisión del cojinete aumenta considerablemente.

El juego de cualquier cojinete liso de cabezal debe encontrarse en las cercanías del límite superior de los "ajustes apretados", y los cojinetes así montados pueden funcionar a velocidades de hasta 600 r.p.m. Si trabajan a velocidades superiores, pueden aparecer dificultades, debidas a una dilatación relativa del husillo con la temperatura del cojinete y, entonces, el juego se reduce hasta un grado muy peligroso. En algunas máquinas proyectadas para trabajos relativamente bastos se montan cojinetes de dos piezas que, para compensar el desgaste, pueden ajustarse mediante suplementos entre los topes.

COJINETE CONICO.- Un tipo de cojinete de husillo que goza de cierto favor entre algunos fabricantes, y es típico de las máquinas fabricadas en Alemania, es el cojinete cónico. En este modelo, el árbol se achaflana para dar un ángulo de unos 25°, y el casquillo se ajusta en consonancia. Análogamente al cojinete paralelo normalizado, éste suele constar de un husillo de acero endurecido que funciona dentro de un casquillo de bronce, aunque también puede emplearse manguitos de bronce con casquillos de acero endurecido.

El cojinete del extremo libre del husillo puede ser liso para carga radial con collar de empuje, o del tipo antifricción, generalmente de bolas con ranura profunda o contacto axil empleado con fines de fijación y para absorber las cargas de empuje procedentes del portaherramientas.

El árbol y el casquillo de cojinete cónico se rascan y pulen uno contra otro y la posición se fija de tal modo que, para un cojinete completamente seco y exento de aceite, se obtiene un movimiento total del husillo de 0,0175 mm y se mide mediante un indicador que actúa en dirección vertical al eje del mismo, movimiento hacia adelante y hacia atrás un vástago de 30 cm introducido en el husillo. Es importante que el indicador se apoye en el husillo del cabezal y no en la barra que se introduce. Los cojinetes paralelos lisos pueden comprobarse del mismo modo, siendo preciso que registren un movimiento de 0,025 mm o 0,0175 mm en el caso de todos los cojinetes lisos conviene recurrir a la lubricación a presión, pero la efectuada con engrasadores de gota o de mecha en la más corriente.

Para todos los cojinetes del husillo, bien sean antifricción o lisos, es adecuado un aceite de máquinas de viscosidad SAE 10, pero como, generalmente, se necesita el mismo aceite para lubricar los trenes de engranajes de la transmisión del cabezal y de otras partes de la máquina suele emplearse uno de viscosidad SAE 20 como solución de compromiso. En el caso de las máquinas de cojinetes lisos esto tiene la ventaja de que la película de aceite más espesa reduce el juego real en el cojinete.

Para la lubricación de los cabezales y de las transmisiones de los tornos es deseable un aceite para máquinas nafténico, preferiblemente provisto de inhibidores de la herrumbre y de la oxidación, sea cual fuera el método de lubricación empleado.

Algunas máquinas como las mandrinadoras y los tornos verticales, constituyen un caso especial, ya que, en efecto, se apoyan en un extremo y el husillo se sustituye por una plataforma giratoria horizontal, a la que se fija la pieza que se va a trabajar. En la figura se presenta un corte transversal de la mesa de un torno revólver vertical. En este modelo se emplea un cojinete de rodillos para carga axil y radial que funciona con aceite filtrado circulando continuamente. Las flechas indican el sentido de flujo del aceite lubricante que se dirige a un colector. Este tipo de mesa lleva también un mecanismo hidráulico de fijación que aparece en el centro de la figura.

Algunas máquinas llevan un eje o husillo de fundición de hierro, así como fundición de acero forjado, que se mueve en una envuelta de bronce o de fundición de hierro. Para la lubricación de los cojinetes lisos y de rodillos de los tornos verticales es adecuado un aceite para máquinas de viscosidad SAE 20, aunque, si es posible, conviene ajustarse a las recomendaciones del fabricante.

La mesa puede accionarse por engranajes hipoides o conico-helicoidales o, en algunos casos, por una transmisión de tornillo sin fin. En el primer caso se necesita un lubricante, extrema presión para engranajes hipoides, y en aquellos en los que los engranajes se lubrican independientemente, dicho lubricante cumple satisfactoriamente con otros modelos. A veces conviene emplear aceites compund, aunque éstos son decididamente inadecuados para los engranajes hipoides, y, aunque son apropiados para los de tornillo sin fin, puede muy bien que su vida útil no sea tan larga, ya que acusan una manifiesta tendencia a

oxidarse. En algunos diseños se emplea un aceite para engranajes de tornillo sin fin o hipoides que no ofrecen ningún inconveniente.

La contaminación del lubricante con el aceite de corte es una dificultad que a veces se presenta en las máquinas de este tipo de protección, tal como una placa antisalpicadura o un dispositivo de laberinto, pero si, por cualquier razón, la contaminación es inevitable, en la mayoría de los casos se obtendrán resultados satisfactorios recurriendo a los llamados aceites de doble finalidad, que hacen las veces tanto de lubricante, como de aceites de corte. Cuando esto no es conveniente, es menos emplear un aceite lubricante barato, renovándolo con frecuencia cuando alcanza un cierto grado de contaminación.

LUBRICACION DEL CARRO Y DE LAS GUIAS

Estas constan de superficies planas o en forma de V, generalmente de fundición de hierro, que se deslizan una sobre otra. Las cargas y las velocidades no son elevadas y, por tanto, en la mayoría de los casos es suficiente la lubricación límite con aceite mineral. Puede emplearse el mismo aceite de viscosidad SAE 20 que en la lubricación del cabezal, si es posible de tipo adhesivo. Si al apoyar la punta de un dedo en las guías se obtiene una marca visible, la película lubricante es la adecuada.

LUBRICACION DEL MECANISMO DE ALIMENTACION DE POTENCIA Y DE AVANCES

En esta aplicación suele emplearse un SAE 20, preferible uno de tipo adhesivo, especialmente para el mecanismo de avances. Si éste trabaja intensamente, se reduce bastante el desgaste en el tornillo y en la corona empleando una grasa grafitada o cualquiera de los aceites especialmente elaborados para la lubricación de las guías de bancada. Por regla general, éstos son aceites adhesivos viscosos, casi semifluidos, que tienen un gran poder absorbente y suelen contener aditivos de extrema presión, y aunque no suelen ser necesarios para la lubricación de las guías de tornos, son útiles en las operaciones de rectificación y de fresado superficiales.

Los engranajes de inversión de marchas suelen funcionar en seco, ya que la dificultad de su lubricación raras veces se justifica por los resultados obtenidos. En el caso poco corriente de que se empleen los mismos engranajes de modo continuado, éstos pueden lubricarse con los

compuestos viscosos adheridos que se emplean en otros tipos de engranajes abiertos.

ACEITES DE DOBLE Y DE TRIPLE FINALIDAD

En algunos casos, especialmente cuando se trata de toscadoras y tornos automáticos, es prácticamente imposible evitar que el fluido de corte no penetre en el sistema de lubricación de la máquina. Para hacer frente a esta condición se han desarrollado algunos aceites que no son adecuados como fluidos de corte y como lubricantes. Por regla general, éstos son aceites de base asfáltica, provistos de aditivos de extrema presión no corrosivos, que, aunque no tan eficaces para operaciones severas de corte como el aceite sulfurado normal, son muy superiores en este aspecto a los que para máquinas minerales puros, y pueden emplearse satisfactoriamente en todos los trabajos, con exclusión de aquellos en que se trata de aceros aleados de difícil mecanización, (generalmente son de viscosidad SAE 1), pero sus propiedades de extrema presión determinan que sean adecuados para la lubricación de todas las partes de la máquina.

En algunas máquinas, el aceite de corte muestra una cierta tendencia a diluirse con el lubricante de la máquina. En este caso es conveniente emplear como lubricante un aceite de doble finalidad, aún cuando el trabajo puede requerir el empleo de fluidos de cortes más eficaces, ya que la pérdida de eficacia resultante de la dilución del aceite de corte con el de doble finalidad es mucho menor que si se emplease un aceite para máquinas mineral puro.

Aún en los casos en los que se emplean aceites de doble finalidad sigue siendo importante que los sistemas de circulación del aceite de corte y del lubricante sean independientes, y deben tomarse todas las precauciones necesarias para que dicho aceite de corte no penetre en el sistema de lubricación de la máquina. Sobre todo, y bajo ningún concepto, nunca debe introducirse en el depósito del sistema de lubricación del aceite que se encuentra en el colector del fluido de corte, pues, aún después del filtrado, dicho fluido contiene partículas de metal que pueden averiar los cojinetes de la máquina.

Los aceites de triple finalidad representan un paso más en esa dirección. Muchas máquinas automáticas cuentan con sistemas de presión hidráulica para realizar diversos movimientos, y entre los sistemas del

aceite hidráulico, y del líquido de corte pueden surgir los mismos problemas de contaminación mutua que entre los de lubricación y de aceite de corte.

Los aceites de triple finalidad difieren de los de doble finalidad en que su índice de viscosidad y su resistencia al deterioro a altas temperaturas son más elevados, lo que, unido a otras características, determinan que sean muy adecuados como fluidos hidráulicos. Aunque no necesariamente, pueden ser aceites parafínicos, más viscosos que los de doble finalidad, ya que su viscosidad se encuentra en las proximidades del límite inferior de un SAE 20.

MAQUINAS DE CORTE SUPERFICIAL

Bajo este encabezamiento se incluyen las cepilladoras, las máquinas planeadoras y otras análogas que producen una superficie plana mediante una herramienta monocortante, pero no las rectificadoras de superficie ni las fresadoras.

Los tipos fundamentales están representados por las cepilladoras, en las que las piezas que se trabajan se mueven alternativamente bajo una herramienta estacionaria, y las máquinas planeadoras, en las que la pieza está fija y es la herramienta la que se mueve. Los mortajadores son una especie de máquinas de planear en las que la herramienta se mueve en sentido vertical en vez de horizontalmente.

En las cepilladoras, el peso combinado de la mesa y de la pieza que se trabaja puede ser del orden de varias toneladas, y la necesidad de arrancar y detener esta enorme masa al principio y al final de cada carrera, plantea algunos difíciles problemas de diseño. Sin embargo, esto no viene al caso ahora. La mesa puede accionarse directamente con un motor, generalmente de inversión directa mediante engranajes o hidráulicamente.

La mesa, que es de fundición de hierro, suele trasladarse en la bancada sobre guías en V, también de fundición de hierro. En las máquinas más pesadas se alimenta aceite entre las superficies deslizantes con la bomba del circuito de lubricación del hidráulico, pero ni la presión de que se dispone ni el diseño de las caras permiten que se forme una película hidrostática, por cuya razón, las condiciones imperantes son de lubricación semifluida. Las guías de las máquinas más pequeñas pueden

alimentarse con engrasadores de mecha o fieltros, contra los que frotan las superficies metálicas, o con engrasadores de gota o tipo similar, o copas de engrase, que inyectan el lubricante a través de orificios practicados en el elemento superior. En las máquinas mayores también se puede recurrir a estos métodos o al sistema de baño de aceite o de alimentación a presión o al empleo de un engrasador mecánico. Existen lubricantes para guías constituidos por mezclas especiales, cuyo empleo suele redundar en una disminución del frotamiento y del desgaste.

En la mayoría de las cepilladoras es suficiente un aceite para máquinas de viscosidad de SAE 20 o 30, tanto para la lubricación general como para la de las guías. En las máquinas comandos hidráulicos se puede emplear un aceite hidraluco para la lubricación de las guías, en cuyo caso su viscosidad mínima debe corresponder a la de un SAE 20, aún cuando en la placa adosada a la máquina se especifique otro más ligero. Si se registra alguna dificultad, provocada por el castañeteo, hay que recurrir a lubricantes especiales, que hacen las veces tanto de lubricante de guías como de aceite para máquinas e hidráulicos. Como estos lubricantes tienen una elevada untuosidad y suelen contener aditivos antigripantes y de otros tipos, su empleo permite resolver el problema. También existen lubricantes para guías de aplicación directa, pero sólo hay que emplearlos cuando la carga que actúa en aquellas sea superior a $0,7 \text{ kg/cm}^2$. Las cepilladoras mecánicas emplean engranajes cilíndricos que transmiten el movimiento a una cremallera engranajes de tornillo sin fin, cilíndricos, rectos o cónicos, (incluyendo los hipoides) que accionan el husillo de regulación de carrera, la transmisión directa a este o una combinación de dichos métodos. En todos aquellos casos en que los engranajes no se lubrican desde un sistema común, los mejores resultados se obtienen con un lubricante de extrema presión para engranajes de viscosidad SAE 140 o 250, o bien con uno de "uso general" para engranajes. Estos lubricantes suelen ser superiores a los aceites de cilindros de vapor que recomiendan los fabricantes de maquinaria y que se dan en las especificaciones AGMA, y no exclusivamente en lo que se refiere a sus buenas características lubricantes, sino también a su vida útil. En las máquinas en que los engranajes se lubrican a partir de un sistema común suele ser adecuado un aceite de viscosidad SAE 30, pero si éste no es el caso, debe estudiarse la posibilidad de engrasar la totalidad de la máquina con un lubricante de extrema presión para engranajes. En el tornillo regulador puede emplearse el mismo lubricante que en los engranajes si las

especificaciones no dicen nada en contra, o uno para guías de elevada viscosidad.

En las máquinas planeadoras y mortajadoras se emplea una herramienta alternativa en el extremo de un brazo largo que se traslada sobre guías en V por encima de la pieza estacionaria que se desea trabajar. Aunque, por regla general, el accionamiento de la máquina es de tipo mecánico, algunos modelos están provistos de cilindros hidráulicos. Tanto para la lubricación de todas las partes de estas máquinas, como de sus sistemas hidráulicos se emplea un aceite para máquinas o hidráulico de viscosidad SAE 20.

TALADRADORAS Y ESCARIADORAS

En las taladradoras y escariadoras corrientes, raras veces se plantean dificultades de lubricación. Algunas de las máquinas más antiguas tienen cojinetes de husillos de bronce lubricados a mano con un aceite para máquinas de viscosidad SAE 20 o 30, que se aplica por gota o de forma intermitente. Cuando se lubrican regularmente, estas máquinas necesitan poco cuidado. Si el aceite se escapa de los cojinetes en cantidad bastante apreciable, y siempre que ello no tenga su origen en un desgaste excesivo de esto, las fugas suelen ser reducidas empleando un aceite provisto de un aditivo de adhesividad y reduciendo la alimentación hasta obtener una lubricación ininterrumpida del cojinete. La mayor parte de las máquinas modernas emplean cojinetes antifricción lubricados con grasa. Sin embargo, como el intervalo entre dos períodos sucesivos de engrase oscila entre seis meses y cinco años, según el tamaño y el empleo que se haga de la máquina, suele ser frecuente que su engrase se descuide más de la cuenta y, por consiguiente, el cojinete va perdiendo paulatinamente su precisión, hasta fallar completamente. Por tanto, para evitar este inconveniente que anula las demás ventajas conviene, que como mínimo estos cojinetes se engrasen una vez al año, sin tener en cuenta para nada el empleo que se ha hecho de ellos. Conviene emplear una grasa para cojinetes de bolas normalizada número 2 NLGI. Es muy importante ajustarse a las instrucciones del fabricante en lo tocante a los mecanismos de embrague de las escariadoras. Algunos de estos funcionan en seco, mientras que otros lo hacen sumergidos en aceite, y claro está, pueden producirse averías muy serias si un embrague de un tipo mencionado en segundo lugar funciona en seco, y viceversa.

Las máquinas de múltiples husillos y de alimentación automática plantean mayores exigencias. En el caso de los mecanismos hidráulicos, suele dar buenos resultados un aceite hidráulico inhibido contra la corrosión y la formación de herrumbre de una viscosidad SAE 20 más bien ligero, mientras que la lubricación de las cajas de engranajes debe hacerse en conformidad con las especificaciones del fabricante (si se dispone de éstas) o las recomendaciones que vimos anteriormente, ya que sus exigencias difieren ampliamente en función del diseño, de la carga y de la velocidad. En aquellos casos en que un sistema de circulación común alimenta todas las partes de la máquina, es adecuado un aceite de viscosidad SAE 20 o 30 en la mayor parte de los casos.

FRESADORAS

Las fresadoras de husillo vertical constituyen un perfeccionamiento de la taladradora pesada y en una época en que se conocían con el nombre de "taladradores para ranurado".

Hoy, el tipo más corriente es la fresadora horizontal, en la que una fresa rotatoria está montada en un husillo vertical o el horizontal, pueden montarse en cojinetes lisos o antifricción. En ambos tipos de máquinas la pieza que se trabaja se sujeta a una mesa parecida a la de las cepilladoras, aunque a escala mucho menor, que se mueve con respecto a la fresa giratoria.

Los engranajes de cremallera se emplean ocasionalmente para accionar estas mesas, pero, por regla general, los mandos son de tipo hidráulico o de husillo regulador.

Los modelos de tipo más moderno suelen ir provistos de un sistema de lubricación por circulación que alimenta un aceite de viscosidad SAE 20 a todas las partes de la máquina. El empleo de una mezcla de aceites hidráulicos y de guías puede dar buenos resultados desde el punto de vista de la reducción del frotamiento y del desgaste, aún en las máquinas de mando mecánico. Si se tropieza con algunas dificultades para obtener una pieza de superficie regular, o si la mesa tiene cierta inclinación a adherirse, debe emplearse una mezcla de aceite o uno de los lubricantes para guías especialmente preparados para este cometido. De todos modos, estos lubricantes pueden plantear ciertas dificultades cuando se emplean con engrasadores de mecha. Algunas fresadoras para fabricación en serie se caracterizan por movimientos transversales

rápidos para colocar la pieza que se trabaja, y carecen de medios especiales para la lubricación de los husillos de regulación. En estos casos, como cuando el husillo está lubricado por defecto, hay que aplicarle diariamente una grasa adhesiva o un lubricante viscoso para guías. Esto es, sobre todo, muy importante cuando uno de los movimientos que menos se realiza, como es el provocado por el tornillo de elevación y descenso de la mesa, se efectúa por este procedimiento.

La lubricación de otras partes de la máquina que pueden no recibir el lubricante de un sistema central se realiza de acuerdo con los principios ya normalizados.

SIERRAS MECANICAS

Las sierras mecánicas circulares, de cinta o alternativas, funcionan a velocidades y cargas relativamente bajas y no plantean demasiadas dificultades de lubricación.

Las de los tipos circular y de cinta suelen lubricarse con una grasa no. 2 para cojinetes antifricción, mientras que las alternativas el engrase se hace a mano o con pistola con un aceite para máquinas de viscosidad SAE 20 o 30. Tanto en los casos en que las sierras alternativas se emplean solo de modo ocasional, como en algunos almacenes, como cuando las utiliza cualquiera a discreción, se suelen engrasar con muy poca frecuencia, si es que alguna vez, pero en este último caso, la lubricación suele limitarse a las varillas guía. En algunos talleres es frecuente oír el ruido de los cojinetes de la sierra en toda la nave, y si alguien se atreve a sugerir que la máquina se revise y engrase adecuadamente, la respuesta más corriente es que no hay porqué, pues la sierra funciona. Los que esto contestan, no parecen darse cuenta de que el movimiento oscilante que esta falta de engrase produce, no es nada bueno para las hojas, que la sierra trabaja a menos velocidad de la que debiera, y que el ángulo de corte puede estar tan desviado que hay que invertir bastante tiempo en rectificar el trabajo, aún en el caso de que éste sea bastante basto.

RECTIFICADORAS

Las rectificadoras difieren de otras máquinas de corte de metales más en lo que respecta a la herramienta que al tipo de movimiento. La muela o disco de rectificar puede considerarse como una fresa que funciona a

elevada velocidad de la muela, junto con el hecho de que las operaciones de rectificación se realizan casi siempre, aunque no invariablemente, cuando se requiere tolerancias muy justas y acabados muy perfectos, constituye la causa principal de la mayoría de las dificultades de lubricación relacionadas con el funcionamiento de esta máquina. Las velocidades máximas alcanzan 100,000 r.p.m. para la rectificación interna con una muela muy pequeña, hasta varios centenares de revoluciones para la rectificación externa con una muela grande. Sea cual fuere la velocidad, el juego del cojinete del husillo debe ser el mínimo posible, para permitir la máxima precisión del mecanizado.

Un método obvio para cumplir estos requisitos de velocidad y de juego se basa en el empleo de cojinetes antifricción de juego anular mínimo y de lubricación escasa. De hecho, esto es un tipo de construcción bastante corriente, generalmente basado en una pareja de cojinetes de bolas opuestos de contacto angular, cada uno de los cuales se encuentra en cada extremo del husillo de la muela. La lubricación puede realizarse mediante engrasador de gota de mecha o niebla de aceite introducida por un engrasador "aerosol" con aire comprimido. En unas cuantas máquinas, el aceite procedente del baño o de la tobera a presión se introduce en el cojinete en forma de niebla o aspersión suspendida en las corrientes de aire originadas por los cojinetes, y en muchos modelos, esta lubricación se complementa con la efectuada por deflectores montados en el husillo.

Las viscosidades oscilan entre 40 y 200 SSU a 100°F (1,3 a 2,5°E a 50°C). Generalmente, debe emplearse el aceite menos viscoso susceptible de ser retenido por el cojinete.

El sobrecalentamiento de los cojinetes puede tener su origen en sobrecargas o en una lubricación por exceso o por defecto, pero si la causa de este fenómeno no es atribuible a ninguno de estos factores, lo más probable es que el lubricante sea demasiado viscoso para el trabajo en cuestión y esté provocando un frotamiento interno excesivo. Si resulta difícil o imposible conservar el aceite en la envuelta del cojinete del husillo, puede ser preciso emplear una grasa para cojinetes de bolas del no. 2 Para más información sobre esta cuestión, referimos al lector leer sobre cojinetes antifricción.

En las máquinas más grandes están muy generalizados los cojinetes de patín pivotante, constituidos, generalmente, por tres o cinco patines

dispuestos alrededor del árbol, de los cuales de uno a tres están sujetos en pivotes fijos, mientras que los restantes son susceptibles de ajuste radial. El juego radial debe ajustarse entre 0,01 a 0,0175 mm. (real y no por mm de diámetro), siendo el de 0,012 mm. el más adecuado en el caso de la mayor parte de las máquinas. De ser posible hay que ajustarse a las recomendaciones del fabricante, aunque por regla general, suele dar buenos resultados un aceite de 100 a 150 SSU a 100° F (2 a 3°E a 50°C).

Los cojinetes lisos de husillos son casquillos de una pieza o partidos revestidos de bronce o de metal blanco. Hasta hace relativamente poco tiempo se empleaban los juegos mínimos posibles y se trabajaba con viscosidades de lubricante del orden de 40 SSU a 100°F (1,2 a 1,3°E a 50°C), que generalmente, se lograba mezclando el aceite lubricante con queroseno, pero en la actualidad algunos de los fabricantes más importantes están empleando juegos mayores y aceites más viscosos, de 100 a 150 SSU (2 a 3°E a 50°C) sin dilución con queroseno. El aumento del juego en seco se compensa en gran parte por el mayor espesor de la película de aceite y la mejora de las propiedades lubricantes, y por tanto, la disminución del desgaste y el aumento de la vida útil son considerables. Los juegos se encuentran, generalmente en la región superior de "ajustes apretados". Un cojinete así montado se caracteriza por un "arrastre" perceptible cuando se mueve a mano, y se calentará durante el trabajo.

Un tipo corriente de construcción se caracteriza por un cojinete constituido por dos o tres partes en que una sección se pule o rasca directamente contra el diámetro del husillo sin ningún juego y está firmemente conectado a la envuelta. La longitud del sector suele abarcar de 100 a 175° de la circunferencia del árbol. El resto del arco de contacto está ocupado por uno o dos patines ajustables, también ajustados al mismo radio que el husillo, por cuya razón, el juego del cojinete puede ser el mínimo posible sin que se registren ni sobrecalentamiento ni cataneteo durante el funcionamiento de la máquina.

Es conveniente que el operario no tenga acceso a los dispositivos de ajuste que regulan el juego de un cojinete de husillo. El castañeteo y el acabado defectuoso puede deberse a varias causas, entre las que cabe citar las siguientes: muelas de rectificación, velocidades y cargas inadecuadas. Sin embargo, muchos operarios, echan la culpa de estas

dificultades a los cojinetes del husillo, y al intentar corregir esta condición, aprietan tanto el cojinete, que este acaba gripándose.

La viscosidad más idónea del aceite para una máquina determinada variará con el diseño de los cojinetes, con la velocidad y con la carga. Siendo iguales los demás factores, la viscosidad debe disminuir al aumentar la velocidad y disminuir el juego, pero como es preciso realizar muchos ensayos antes de fijar con precisión lo más conveniente para cada caso concreto, conviene ponerse en contacto con el fabricante de la máquina y, en lo posible, seguir sus instrucciones. Si la máquina está provista de cojinetes lisos o de patines pivotantes y no se dispone de instrucciones precisas, conviene iniciar el trabajo con un aceite de 50 a 100 SSU a 100°F (1,4 a 2°E a 50°C), según el diseño y el juego del cojinete. En el caso de que los cojinetes de husillos se calientan excesivamente cuando trabajan libres (es decir, cuando la muela no corta) conviene ensayar con un aceite de viscosidad más ligera y si, así funcionan satisfactoriamente, a continuación se coloca una pieza en la máquina, aumentando paulatinamente la profundidad y (o) la velocidad del corte, hasta alcanzar el máximo. Pero, si entonces, los cojinetes del husillo empiezan a sobrecalentarse, hay que sustituir el aceite por otro más viscoso. Si el husillo se lubrica con el anillo engrasador, se empieza con un aceite de 200 SSU a 100°F (4°E a 50°C), ya que los husillos así lubricados suelen emplear un aceite más viscosos que los otros tipos. En el caso de tratarse del husillo con un cojinete antifricción. Sin embargo, como las recomendaciones de viscosidad para los husillos de las máquinas individuales varían entre 40 y 300 SSUZ a 100°F (1,2 a 5°E a 50°C), este procedimiento nunca debe emplearse, a menos que no sea posible hacerse con las recomendaciones del fabricante, y aún entonces, hay que emprender un exámen cuidadoso de la máquina aplicando el sentido común y los principios básicos de la lubricación antes de modificar las recomendaciones iniciales antedichas, a la luz de las cargas, velocidades, juegos, etc., que imperan en cada caso.

METODOS DE APLICACION DE LOS LUBRICANTES AL HUSILLO

Pudiera parecer a primera vista que una alimentación a presión del aceite fuese el método más apropiado para lubricar el husillo de una rectificadora, teniendo en cuenta que es de fácil control, permite una alimentación constante, es adaptable a fines de refrigeración, etc. Aunque estas ventajas son un hecho, y muchos modelos consagrados emplean este método, tiene la seria desventaja de que los contaminantes

sólidos que se encuentren en el aceite suelen arrastrarse repetidas veces a través del cojinete, y en vista de las elevadas velocidades y pequeños juegos existentes no hacen falta que se encuentren en cantidades apreciables para provocar serias dificultades. De lo anterior se deduce que para que el cojinete funcione satisfactoriamente es imprescindible recurrir a una filtración muy precisa y al empleo de juntas para evitar la entrada de esquilas y materiales abrasivos en el sistema de lubricación, y eliminarlos del aceite antes de que éste penetre en los cojinetes del husillo. Los sistemas de circulación pueden proyectarse para cualquier aceite que se encuentre en la escala de 40 a 300 SSU a 100°F (1,2 a 5° E a 50°C). Sea cual fuere la viscosidad, el aceite empleado en un sistema de circulación debe ser de tipo hidráulico o de turbinas adecuado e inhibido contra la herrumbre y la oxidación.

Frecuentemente se emplean engrasadoras de gota de varios tipos y la velocidad de alimentación recomendada por un aceite de 100 a 200 SSU a 100°F (2 a 4°E a 50°C) es de 7 a 10 gotas por minuto. Como el aceite no se recircula, no es preciso recurrir a la filtración, ni que tenga una resistencia especial frente a la oxidación. Cuando se emplean engrasadores de patín y de mecha en la que ésta se mantiene en contacto con el árbol y suministra el lubricante por un efecto puramente capilar, las recomendaciones son prácticamente idénticas a las dadas por el de gota. La encuella debe estar provista de juntas, para evitar la entrada de partículas abrasivas. Cuando se emplea la lubricación por gota para suministrar una niebla de aceite a los cojinetes antifricción, se recomienda una viscosidad más baja: 50 a 150 SSU a 100°F (1,2 a 3°E a 50°C). Con excepción de los más pesados, que giran a velocidades de 3500 r.p.m. o menos, los husillos con engrasadores de anillo no se utilizan demasiado, ya que dichos engrasadores no tienen un rendimiento demasiado bueno si la viscosidad del aceite es bastante inferior a 200 SSU a 11°F (4°E a 50°C). Debe emplearse un aceite inhibido contra la herrumbre y la oxidación del tipo de los utilizados en los sistemas de circulación a presión y adoptando todas las precauciones necesarias para que no se contamine. Es muy conveniente cambiar el aceite y lavar los cojinetes cuatro veces al año, como mínimo, aunque aquel tenga todo el aspecto de estar limpio. Si en la limpieza trimestral, el aceite acusa señales visibles de contaminación y las juntas parecen estar en buenas condiciones, el intervalo entre dos cambios debe reducirse a un mes, e incluso, si es preciso, a una semana.

Como ya se señaló anteriormente, los cojinetes de bolas de husillos pueden lubricarse con grasa, con niebla de aceite o por salpicadura, y en estos casos suele ser apropiado un aceite de 40 a 125 SSU a 100°F (1,2 a 2,5°E a 50°C). Aunque no es preciso que el aceite tenga propiedades antioxidantes especiales, debe incluir inhibidores de la herrumbre para protegerlo contra los posibles efectos de la humedad del aire. El método de niebla de aceite tiene la gran ventaja de que permite mantener una presión eficaz en la envuelta del husillo, que impide la entrada de materiales abrasivos y agentes contaminantes análogos. La alimentación debe regularse de tal modo que en un trozo limpio de papel sostenido frente al aire comprimido que sale de la envuelta del cojinete debe acusar la presencia de pequeñas manchas de aceite en un plazo inferior a cinco segundos. Este ensayo no debe efectuarse hasta que el aire empiece a salir y el husillo haya estado funcionando durante dos o tres minutos. Para separar la suciedad o las escamas, que pueden averiar el cojinete, es esencial montar un filtro fino en la conducción del aire.

Como cualquier polvo abrasivo que logre penetrar en el husillo lubricado con grasa no tiene ninguna posibilidad de volver a salir y tiende a introducirse entre las bolas y las pistas, todos los cojinetes que no estén herméticamente cerrados deben limpiarse y reengrasarse una vez cada tres meses como mínimo, sea cual fuere la duración de los plazos de engrase que se fijan en las especificaciones. Como de lo que se trata en este caso es de la eliminación de los materiales abrasivos más bien que de sustituir el lubricante, el reengrasado con pistola es de dudosa eficacia a menos de que la envuelta sea de tipo en que la grasa nueva expulsa la vieja. Claro está, que es muy importante que los materiales abrasivos no se desplacen dentro del cojinete con la grasa vieja y, por esta razón, debe siempre emplearse el modelo de boquilla de engrase en que la bola reguladora está a la misma altura que el borde, lo que permite que el material abrasivo pueda limpiarse apropiadamente. Para todos los husillos lubricados con grasa es muy apropiada la número 2 para cojinetes de bolas. Sea cual fuere el método de engrase empleado (a mano o con pistola) hay que tener mucho cuidado que la envuelta no se llene demasiado.

LUBRICACION DE OTRAS PARTES DE LA RECTIFICADORA

Con la excepción del husillo, la rectificadora es fundamentalmente análoga a la fresadora, cuando se trata de una rectificadora de superficies, y a un torno, en el caso de la rectificadora cilíndrica. Por regla

general, se emplea un aceite para máquinas o turbinas de viscosidad SAE 20, según el tipo de sistema de lubricación que se trate en cada caso.

La única excepción la constituye la lubricación de las guías. En este caso el aceite no tiene ninguna oportunidad de formar una película de cuña hidráulica y, entonces, la lubricación es por película límite. En ciertas condiciones de funcionamiento, la película de aceite es tan delgada que las superficies establecen prácticamente un contacto metal-metal. El mecanismo que acciona la mesa ejerce una presión que aumenta constantemente hasta que aquella se pone en movimiento. Como en estas condiciones se precisa ejercer mucha más fuerza para que la mesa inicie el movimiento que para mantenerlo, ésta se desliza hacia adelante como consecuencia de la inercia, y, siempre por delante del mecanismo que la acciona, espera luego, hasta que éste haya absorbido la contrapresión y la haya alcanzado, y, a continuación, el proceso se repite. Como se desprende del estudio del proceso, esto tiene mayores probabilidades de ocurrir en el caso de rectificaciones muy precisas: es decir, cuando el efecto de ondulado producido en la superficie de la pieza por este movimiento de "deslizamiento y frenado" es menos deseable.

Esta dificultad puede remediarse hasta cierto punto empleando un aceite más pesado, preferiblemente compound, o provisto de aditivos adhesivos, como uno de cilindros de vapor, pero generalmente la desaparición completa de este inconveniente exige recurrir a los lubricantes especiales para guías de "untuosidad" elevada y provistos de aditivos antigripantes. Si las guías se alimentan desde el sistema de circulación común, o desde el hidráulico, debe emplearse uno de los lubricantes hidráulicos especiales para guías. Algunas veces puede ser necesaria una aplicación directa de lubricante a las superficies de éstas para garantizar la formación de una película apropiada.

En casos moderados la solución puede consistir en invertir la dirección del movimiento relativo de la muela con respecto a la superficie que se rectifica y en la aplicación de fluidos de corte convenientes.

RECOMENDACIONES GENERALES

Por regla general, no es preciso que un aceite empleado en la lubricación de máquinas tenga un elevado índice de viscosidad, pero sí que contenga aditivos contra la herrumbre, y, si emplea en sistemas hidráulicos o de

circulación, una buena resistencia frente a la oxidación y a la formación de espumas. El aceite empleado en los sistemas de lubricación "perdida", debe contener aditivos adhesivos a menos que se lubrique por mecha, en cuyo caso la velocidad de alimentación puede disminuir hasta un grado muy peligroso.

Las recomendaciones específicas de viscosidad son las siguientes:

Cojinetes de máquinas en general:

SAE 20 en la mayor parte de los casos, y en los cojinetes de baja velocidad y muy cargados SAE 30 o 40.

Husillos:

40 a 125 SSU a 100°F (1,2 a 2,5°E a 50°C) para sistemas de niebla de aceite y 100 a 200 SSU a 100°F (2 a 4°E a 50°C) para alimentación por gota y mecha.

40 a 300 SSU a 100°F (1,2 a 5°E a 50°C) para sistemas de lubricación por circulación o baño.

200 a 300 SSU a 100°F (4 a 5°E a 50°C) para los provistos de anillo engrasador.

Engranajes (todos los tipos incluyendo los de tornillos sin fin):

SAE 90 o 140 con aditivos extrema presión en el caso de los engranajes hipoides y de tornillo sin fin, así como para los otros si están muy cargados.

Guías:

Lubricante de cojinetes, a menos que se adhieran o castañeteen, en cuyo caso conviene emplear un lubricante especial para guías.

Si se registra una contaminación mutua del lubricante y del aceite de corte, pueden emplearse aceites de doble finalidad, generalmente de viscosidad SAE 10. El aceite de triple finalidad es bastante más viscoso (algo menos que el SAE 20) y como es más estable se elabora para emplearlo en sistemas hidráulicos.

Practicamente para cualquier aplicación en máquinas herramientas puede emplearse una grasa mixta o sódica del no. 2 para cojinetes de bolas. Las grasas consistentes cálcicas no son adecuadas para la mayor parte de los cojinetes antifricción, ni para muchos cojinetes lisos de las

máquinas modernas. Prescindiendo de ellas en absoluto se evitará un gran número de errores que se pagan caros.

EL AFILADO DE LAS HERRAMIENTAS

El afilado de las herramientas es una de las operaciones más importantes del taller o fábrica, y sin embargo, en pocos talleres, se le concede la importancia que merece.

El rendimiento de una máquina es función del rendimiento de la herramienta y el rendimiento de la herramienta depende en gran manera del modo como ha sido afilada.

Con la aparición de los carburos metálicos y los óxidos cerámicos, la técnica del afilado se ha complicado y evolucionado considerablemente, hasta el punto de que una muela que dé un excelente resultado para un cierto tipo y grado de carburo, puede no ser la adecuada para el grado próximo del mismo tipo.

Al afilar una herramienta se han de tener en cuenta cuatro aspectos, que son: la composición y dureza del material de la herramienta; naturaleza de la muela; el método de efectuar el afilado; la formación y conservación de los ángulos de corte correctos.

- Composición y dureza del material de la herramienta.

Tenemos como características fundamentales de la herramienta, la dureza en caliente, la dureza en frío y la tenacidad, las cuales tienen gran influencia en la capacidad de corte.

En el afilado la calidad a tener en cuenta es la dureza en frío. Cuanto más duro sea el útil más frágil será y más sensible a posibles agrietamientos durante el afilado (muchas veces no es visible a simple vista), por lo que debe prestar mucho cuidado cuando se afilen herramientas de dureza elevada, y en este sentido se deberán tener muchas más precauciones que al afilar herramientas de óxido y de carburo que de acero rápido.

- Naturaleza de la muela.

El trabajo de una muela puede compararse al de una fresa en la cual, en vez de cuchillas desmontables tuviésemos los granos de abrasivo. En esta fresa la fijación de los útiles se hace por medio de aglomerante, y el paso entre los dientes se convierte en la porosidad. El útil resultante tendrá un gran número de dientes.

Los principales elementos constitutivos de la muela son: el abrasivo (el útil), el aglomerante (fijación del útil) y la porosidad (la distancia entre útiles).

Los abrasivos se clasifican en dos grandes categorías: abrasivos aluminosos (colindrón artificial), y abrasivos siliciosos (carburo de silicio). Los primeros se emplean para trabajar aceros de todas clases, hierro maleado recocido, hierro forjable, etc., y en general para todos los materiales que, siendo duros, son flexibles y fuertes, y los segundos se emplean para el desbaste y rectificado del hierro fundido, hierro fundido en coquilla, aceros inoxidable, latón, bronce blando, aluminio, cobre, carburos, cementados, etc.

Para unir o aglutinar entre sí los granos abrasivos se emplean ligantes o aglutinantes, y éstos deben ser lo más resistente posible, a fin de que se necesite un mínimo del mismo para una determinada dureza, ya que la muela ideal es la que tiene el máximo de granos, y así mismo, es necesario que la posición de los granos permita obtener la porosidad deseada.

La disposición en la muela abrasiva del grano abrasivo o del aglutinante se regula durante la fabricación de modo que, para un mismo grado y grano, los espacios vacíos entre los granos del abrasivo puedan ser más o menos grandes.

Para elegir la muela, con la cual vamos a trabajar, se puede hacer después de algunos ensayos prácticos.

Para tener la elección inicial nos podemos valer del siguiente método:

1.- Elegir el grano según la siguiente tabla.

Herram.	Operación	Acabado	Grano	Abrasivo
Ac. ráp. o Estilita	Desbaste a mano o a máquina	rugoso	36-46	Oxido de Al.
	Acabado a mano	medio	80	"
	Acabado a máquina	medio	60	"
	Acabado a ribete a mano	fino	150	"
	Acabado del ribete a mano	fino	120	"
	Acabado de cantos vivos		250	"
	Acabado del ribete a mano o máquina	muy fino	320	Carburo de Si.
Metal duro	Desbaste a mano o a máquina	rugoso	46-40	Carburo de Si.
	Acabado a mano	medio	100	"
	Acabado del ribete a máquina	medio	100	Diamante
	Acabado del ribete a mano	fino	180	"
	Acabado del ribete a máquina	fino	150	"
	Acabado del ribete a mano o a máquina	muy fino	320	"
	Acabado del ribete a mano	super fno	800	" Gapida

2.- La elección del grado de dureza depende de :

- la calidad del carburo metálico
- si el afilado se hace a mano o a máquina
- el estado de ajuste de la máquina
- si el afilado se hace con la periferia o la cara de la muela
- si el afilado se hace en seco o con refrigeración

Además, hay que tener en cuenta:

- Cuanto más duro sea el material, más blanda debe ser la muela.
- El afilado a mano exige una muela más blanda que el afilado con la pieza fijada mecánicamente en la máquina.
- Una máquina en buen estado permite emplear una muela más dura.
- El afilado periférico requiere una muela más tierna que el lateral.

Ahora bien, una muela dura tiene más duración que una muela más blanda, pero el daño que se puede causar a la herramienta sobrepasa con mucho el mayor desgaste de la muela: por lo tanto, es muy recomendable el empleo de muelas muy blandas para el afilado de las herramientas. Además, las muelas blandas son hasta cierto punto auto rectificantes. Al ser el aglomerante más blando los granos desgastados del abrasivo se desprenden por sí solos, permitiendo que nuevas partículas los reemplacen, por lo tanto, al elegir la dureza de la muela, es mucho mejor el decidirse por una muela demasiado blanda que por una demasiado dura.

Para el afilado de acabados de los útiles de carburo metálico, hay un abrasivo que ha demostrado tener cualidades excepcionales, este abrasivo es el polvo de diamante, el cual es el único abrasivo más duro que el carburo metálico, por lo que con las muelas de diamante se obtiene un corte rápido, sin elevación de temperatura (y por lo tanto sin grietas) y su desgaste es relativamente pequeño.

Con respecto a la velocidad del afilado, las velocidades, de 25 m/seg., corriente en rectificadores, son demasiado elevadas para las operaciones de afilado. En el caso de afilado a mano la velocidad debe estar comprendida entre los 15 y 18 m/seg. Esta velocidad nos evitará sobrecalentamientos y por consiguiente posibles figuras en las herramientas. Cuando el afilado se hace a máquina la velocidad debe ser aún menor, ya que entonces no se puede "sentir" si la presión aplicada es demasiado elevada. Entonces las velocidades recomendadas van de 5 a 15 m/seg. Cuando se trata de acabado muy fino, se puede elevar la velocidad hasta los 20 m/seg. Cuando se emplean muelas de diamante la velocidad será también mayor, de 15 a 25 m/seg. Hay que tomar en cuenta que al disminuir la velocidad disminuye también el número de granos de abrasivo que entran en contacto con la pieza. Estos, por lo tanto, tendrán que arrancar más material, estarán pues, sometidos, a mayores esfuerzos y se desprenderán más fácilmente. Es decir, que al disminuir la velocidad de corte, es como si la muela se hiciese más blanda.

La siguiente tabla nos permitirá determinar las características de la muela, velocidad de trabajo y condiciones de refrigeración para las herramientas especificadas en los distintos trabajos.

Características de las muelas

Clase de trabajo	Abrasivo	Grano	Grado	Estructura	Aglutamiento	Vel. de Trab.
1o. Afilado a mano 1 a muelas de hasta 150 mm. Aceros al carbono Aceros rápidos: desbaste acabado Carburos metálicos: desbaste acabado	Colindon " " Carburo Si "	60 46 60 60/80 100/120	N N/O M J/K J	5 7 5 6 5	Cerámico " " " "	23-25
1 b muelas entre 200 y 300 mm. Aceros al carbono Aceros rápidos, herramientas gran tamaño: desbaste acabado Carburos metálicos: desbaste acabado	Corindon " " Carburo Si "	60 36 46 80 100/120	N O/P M K J/K	5 7 6 5 4	Cerámico " " " "	
2o. En máquinas especiales para afilado de herramientas Fresas y escariadores en máquinas universales	"	60	L/M	6	Cerámico	25-30
Muelas de formas especiales adecuadas para afilado de herramientas y brocas. Herr. de acero al carbono Aceros rápidos: desbaste Acabado Carburos metálicos: desbaste Acabado Aceros rápidos y aleados Maq. aut. c/muelas de vaso p/herr. de torno y cepill.	Corindon " " Carburo Si " Corindon "	60 40/60 80 60/80 100/120 46 20/30	L K/L L/M I/J J M/N N/O	 5 5	Cerámico " " " " " " "	

- El método del afilado

Es conveniente reafilear una herramienta antes de que el desgaste sea demasiado importante. Si la herramienta a afilar se encuentra entre los anchos máximos admisibles de desgaste para sus distintos tamaños, entonces basta afilar con una muela de abrasivo silícico o mejor aún con una muela de diamante de vaso. Cuando, por lo contrario, la herramienta ha sufrido alguna rotura, habrá de empezar sacando parte del mango de la herramienta la cual se hace en una muela de óxido de aluminio. Entonces, es importante que la muela se haya rectificado en forma ligeramente convexa a fin de disminuir el área de contacto.

El afilado de la plaquita de metal de corte puede tener una fase previa de desbaste, en el caso de tener que eliminar mucho material, por ejemplo, en el caso de tratarse de una herramienta rota. El afilado de herramientas persigue dos objetivos: el reducir al mínimo la cantidad de calor producida; y el filo de la herramienta debe quedar fuerte y muy fino.

Al hacer el afilado de acabado, podemos considerar dos casos, según se trate de herramientas de acero rápido o de metal duro. En el primer caso, el acabado puede hacerse en muelas de carburo de silicio, de aglomerante shellac, dureza J y grano de 300/400.

A fin de poder tener un filo muy fino y fuerte es conveniente afilar la herramienta en la fase de desbaste, de manera que los ángulos de ataque y desprendimiento sean de 2 a 5 grados mayores que los deseados. Luego, al hacer el afilado normal, se afilará una zona de 1 mm en la cara de desprendimiento y de 3 mm en la cara de incidencia dejando los ángulos deseados, consiguiendo con ello que la zona de contacto con la muela de afilado final quede reducida al mínimo.

Cuando no es posible hacer el afilado fino en todas las caras (por ejemplo en las herramientas de forma) por lo menos se hará en la cara superior.

Tanto en el acabado como en el desbaste se debe siempre empezar por la cara superior y luego se afilan las caras laterales. Se debe afilar de manera que mueva aparte el material del filo.

Cuando se trata de herramientas de carburo metálico la fase inicial del acabado debe de hacerse con muela de diamante, ya que el carburo de silicio se embota rápidamente debido a la gran dureza de los carburos

metálicos, en cambio, el polvo de diamante es tan duro que puede trabajar largo tiempo sin embotarse.

Si bien parece que para operaciones de desbaste no sería necesario el obtener un arista de corte tan perfecta y por consiguiente se podría afilar la herramienta con una muela de carburo de silicio, la verdad es que cuanto más lisa sea la arista, mayor será la duración de la herramienta, por lo tanto es muy recomendable el efectuar el afilado final de las herramientas con muela de diamante 4 incluso en el caso de que la herramienta no vaya destinada a trabajos de precisión. Entonces es recomendable una muela de diamante de grano de 150/180.

Cuando la herramienta esté destinada a trabajos de precisión se empleará una de grado 240/320. Entonces se dice que la herramienta ha sido lapidada.

Con respecto a las herrameintas de acero rápido, es conveniente afilarlas de tal manera que los ángulos definitivos sean afilados por la muela de diamante, así ésta solo tiene que lapidar una estrecha zona de las caras de incidencia y desprendimiento.

Como ya mencioné, es muy importante el reducir al mínimo la cantidad de calor producida al afilar las herramientas de corte, ya que los calentamientos locales son la principal causa de las grietas tan perjudiciales para la duración, entonces, para evitar esto, se pueden tomar en cuenta las siguientes medidas:

1. Procurar reducir al mínimo el área de contacto entre la herramienta y la muela; esto se consigue en la práctica rectificando la muela en forma ligeramente curva, como se indica en la siguiente figura. (1). Otra posibilidad es el marcar muestras en la cara de la muela como se indica en la figura 2.

VER ANEXO

- 2.- Mantener la herramienta moviéndola en sentido alternativo sobre la cara de la herramienta como se indica en la figura 1, con ello se consigue, además de evitar el calentamiento de la muela, que ésta no

quede embotada sólo en una zona, es decir, que se desgaste uniformemente.

3.- Ejercer una presión muy ligera mientras se afile. Sobre todo debe evitarse el querer acortar el tiempo de rectificado aumentando la presión de trabajo.

4.- Cuando deba quitarse material se procederá, sacando pequeñas secciones de manera alternativa, como se indica en la figura 3. Además como se indica en la figura 4, se rectificará primero la parte del mango con una muela de óxido de aluminio, dejando para la muela de carburo de silicio únicamente la parte de la pastilla, aprovechando con ello al máximo las propiedades de ambas muelas.

VER ANEXO

5.- Las muelas de desbaste no se deben rectificar de modo que queden demasiado finas, facilitando con ello el corte de la muela.

6.- Es muy importante el elegir una muela de dureza adecuada.

7.- Cuando se deban afilar herramientas de metal duro, la muela de acabado debe ser de diamante, siempre que sea posible.

8.- El emplear un líquido refrigerante es un excelente medio de reducir el calentamiento.

Teóricamente, si la presión ejercida por la herramienta sobre la muela fuese pequeña, y la muela estuviese siempre en buenas condiciones, es decir, se rectificase a su debido tiempo, no sería necesario la refrigeración. Pero, como es difícil que todo ello se cumpla, es preferible el empleo de un líquido refrigerante, a condición de que podamos tener un flujo abundante, de lo contrario, debe hacerse el afilado en seco. El refrigerado húmedo reduce la tendencia de la muela a embotarse y además permite el empleo de muelas mas duras. En términos generales

podemos decir que empleando refrigeración húmeda se puede utilizar una muela más dura que con refrigeración en seco.

Es recomendable afilar en húmedo las herramientas de metal duro.

- La formación y conservación de los ángulos de corte correctos.

Ya hemos visto que una de las causas que más influían en el rendimiento de una herramienta era el valor de los distintos ángulos de la misma. Las herramientas que no poseen los ángulos de corte adecuados son una de las principales causas de gastos inútiles en un taller mecánico. Por consiguiente, el personal encargado de afilar las herramientas debe disponer de máquinas que le permitan afilar los ángulos con cierta precisión.

Cuando el afilado se hace por la parte frontal de una muela de vaso, el ángulo afilado tiene la superficie recta, mientras que, si se hace por la periferia, es ligeramente curvada. Sin embargo, y contra lo que parece lógico, una herramienta afilada por la periferia de la muela tiene una duración superior a la afilada por la cara lateral. Este aumento de vida no es extraño que sea del 20 al 30%. Hay que tomar en cuenta que la rotación de la muela se haga siempre en sentido contrario al del filo de la herramienta, cuando el motor de la muela solo pueda girar en una sola dirección y tenga dispuestas muelas de vasos en los dos lados del eje, se pueden también afilar herramientas de mano derecha y de mano izquierda, rectificando la cara frontal de la muela formando un ángulo de 10° , la mesa angular de la muela se ha de disponer, asimismo, paralela a la cara cónica, como puede verse en la fig. 5. De esta forma no existe peligro de que el mango de la herramienta pueda tocar en la parte opuesta de la muela, en alguna de sus posiciones.

VER ANEXO

Es muy recomendable para prolongar la duración de la herramienta, el lapidado de la misma con una piedra de lapidar. La ventaja es notable sobretodo si dicha piedra de lapidar es de polvo de diamante.

Normalmente va montada en un soporte metálico en el que hay dos superficies impregnadas con el polvo de diamante. El polvo puede ser fino (grano 320), medio (grano de 180 a 220) y grueso (grano de 100). Cuando el soporte tiene dos superficies con polvo de diamante, una es de grano fino para el acabado y otra de grano grueso para el desbaste. El lapidado a mano con polvo de diamante es muy conveniente para las herramientas de carburo metálico. Su empleo principal es:

1. Para retocar herramientas un poco desgastadas, sin desmontarlas. Basta repasar ligeramente las superficies superior y lateral en el sentido de deslizamiento de la viruta para retardar considerablemente el momento de cambiar la herramienta. A veces, mediante este procedimiento, prolongamos hasta dos veces la duración de la herramienta sin tener que cambiarla.
2. Para lapidar el filo de una herramienta que ha sido afilada únicamente en una muela de carburo de silicio. Cuando, por el motivo que sea, no se dispone de muela de diamante, con este procedimiento se puede mejorar considerablemente el acabado del filo de la herramienta, lo que se traducirá en una duración mayor.
3. Para tratar un poco el filo de las herramientas de desbaste. Mediante este procedimiento, además de aumentar considerablemente la vida de la herramienta, es posible emplear carburos de grado más duro que el que debería emplear si no se efectuase dicha operación.
4. Para lapidar la zona negativa en las herramientas en las que se emplean ángulos de corte positivo y negativo combinados. La anchura de la zona negativa puede ser difícil de controlar si se hace en la muela de diamante, por su rápida acción. Hecha a mano, en cambio, se controla mucho mejor.
5. Al efectuar radios o planos muy pequeños en herramientas de forma.

La figura número 6 muestra la manera de efectuar la operación de lapidado: la piedra de lapidar se coloca con una inclinación de 30° a 45° respecto a la base de la herramienta y se le da un movimiento de vaivén, hasta que el filo queda sustituido por un estrecho plano. La anchura de este plano debe ser del 15 al 25% de avance, entonces no interferirá con la acción cortante de la herramienta. Si se trata de herramientas de acero rápido puede emplearse una piedra abrasiva de grano muy fino, pero

para herramienta de carburo hay que emplear piedras de lapidar de polvo de diamante.

VER ANEXO

Los resultados de efectuar esta sencilla operación pueden ser grandísimos; no es raro que consigan aumentos de duración de la herramienta del 50 al 100%. Otra ventaja es que permite el empleo de herramientas de materiales más duros en aquellos trabajos en que, sin esta operación, la arista de corte quedaría destruida rápidamente.

El afilado de rompevirutas puede efectuarse en una máquina universal de afilar o en una rectificadora de superficies planas. La muela es de disco, el abrasivo de polvo de diamante, el aglomerante resinoide o vitrificado y trabaja por la periferia. El espesor de la muela será ligeramente superior a la longitud de rompevirutas. Para espesores menores de 6 mm, se recomienda emplear unas muelas de diamante de aglomerante resinoide duro, y por encima de los 6 mm una muela vitrificada. Se afilará partiendo de la arista y en húmedo (agua con aceite soluble). Si la máquina no tiene dispositivo de refrigeración, se dispondrá un trozo de fieltro humedecido en petróleo apoyado contra la muela.

El lapidado líquido consiste en proyectar, contra la superficie a lapidar, un polvo abrasivo de gran finura, en suspensión en agua y elementos antioxidantes, utilizando una pistola. Los granos abrasivos son cristales de bióxido de silicio análogos a los que se utilizan en las piedras de repasar la cuchillería. Según el grano de abrasivo, la presión del chorro, la duración de la exposición y la distancia de la pistola a la superficie tendremos un acabado más o menos perfecto. Este método permite prolongar considerablemente la duración de la herramienta y se aplica en toda clase de útiles. Se considera normal un aumento de duración de un 100% y se cita el caso de una fresa que al aplicar este tratamiento pasó a mecanizar 300 piezas en vez de 17.

AFILADO DE HERRAMIENTAS

El afilado de las herramientas es de gran importancia, ya que de esto depende el rendimiento y duración de las mismas. Una herramienta sin el debido afilado, consume mayor fuerza, de un trabajo sin exactitud de medidas, una mala calidad y tiene un mayor desgaste.

Las herramientas de corte deben afilarse con cuidado y por personal especializado. Es muy importante la correcta elección de la muela y su velocidad.

VER ANEXO

Afilado de fresas.- La fresa debe montarse en un vástago que gire perfectamente centrado. Para no alterar los ángulos de desprendimiento A y de incidencia B (fig. a), el afilado de las fresas se realiza sin destalonar por las caras de incidencia. Para una fresa muy desgastada, primero se rectifica en redondo hasta llegar a l filo más desgastado y luego se afilan los dientes uno por uno, dejando los biseles de rectificado previo con sólo algunas centésimas de milímetro de ancho. El paso se conserva durante el afilado con la ayuda de un tope (fig. b), sobre el cual descansa el diente que se afila. Para evitar la formación de rebabas en el filo, se trabaja con el lado de la muela que marcha hacia arriba. Con este afilado se obtiene el ángulo de incidencia requerido, situando el eje de la fresa a una altura $h=d/2 \operatorname{sen} B$ sobre el centro de la muela. Es corriente que las fresas destalonadas no tengan ángulo de desprendimiento, por lo

que deban rectificar los frentes de los dientes para que pasen exactamente por el centro de la herramienta (fig. c).

Las fresas destalonadas helicoidales se afilan con muelas de 2 caras o con la cara cónica de la muela de plato. El frente del diente de estas fresas no es plano sino una superficie helicoidal, por lo que el afilado con muela plana estropearía los filos. (fig. d).

VER ANEXO

Es necesario en el afilado de las fresas de rodadura, la exactitud del paso y de la situación radial de los frentes de los dientes. Los errores de situación de los frentes ocasionan distorsiones del perfil. La igualdad de altura de los dientes y la posición de los frentes deben comprobarse con calibres apropiados.

Afilado de Escariadores y Avellanadores.- Los escariadores para materiales como el acero, que producen viruta larga, tiene ángulos de incidencia de unos 2°; para materiales de viruta quebradiza, como la fundición, el bronce, etc., 4°.

Después del afilado se suavizan los escariadores y se comprueban con un anillo de ajuste. Este suavizado de los filos, incluso en la entrada, es necesario para que el escariador realice un trabajo limpio. Los avellanadores tienen ángulos de incidencia de 3° a 5°.

Afilado de Brocas Helicoidales.- La conservación exacta de la forma y de los ángulos en el afilado de las brocas helicoidales solo se garantiza cuando se efectúa con máquinas especiales de afilar o con dispositivos adecuados. Como la broca debe quedar perfectamente centrada, se recomienda para el afilado de grandes brocas, la sujeción por mordazas sobre las superficies de guía. Para las brocas pequeñas se recomiendan

los manguitos. Las superficies de incidencia de las brocas se rectifican normalmente con un destalonado cónico (fig. e). La generatriz del cono está formada por la línea de contacto entre la boca y la muela.

VER ANEXO

Mediante la oscilación de la broca alrededor del eje del cono de afilado, se conduce la punta de la broca frente a la muela. Para el agudizado de la broca se emplea una muela delgada y redondeada. Se debe reducir solo el filo transversal, pero sin afectar el principal en lo posible. Solamente con filos corregidos, además del acortamiento del filo transversal, se afilan también por el dorso los filos principales.

Afilado de las herramientas de Metal Duro (carburos).- El metal duro se afila con muelas de carburo o con herramientas de diamante. La elección de la muela (grano y dureza), requiere sumo cuidado, así como la correcta elección de la velocidad tangencial; esto depende en parte de la composición del metal duro. Antes de afilar la pastilla de metal duro, debe rectificarse el metal de soporte y el sobrante eventual de soldadura con un ángulo de incidencia unos 2° mayor que el del filo, sin tocar el metal duro; para este fin se emplean las muelas de corindón de dureza media.

El afilado de metal duro se efectúa en dos etapas; Rectificado previo y Rectificado Fino. Si es necesario, se completa con un afilado finísimo o suavizado a mano. Para cada etapa de trabajo, debe emplearse una etapa especial. El rectificado finísimo y el lapeado son necesarios en los filos de metal duro que trabajan en pequeños avances y en las herramientas de aislar de filos múltiples. Secuencia de trabajo en el Afilado de las Herramientas con Filos de Metal Duro:

I.- Las cuchillas con filo de metal duro se rectifican con carborundo. Las cuchillas perfiladas, así como las herramientas de torneado o taladrado finísimo suelen exigir además un rectificado finísimo o un lapeado.

a) Rectificado previo del material de soporte y eliminación de soldadura y fundente; muela de corindón en el banco de afilar.

b) Rectificado de las superficies de desprendimiento y de incidencia, a ser posible por un lado de la muela de carborundo; máquina afiladora de metales duros con instalación adecuada o soporte pendular de la herramienta.

c) Rectificado de biseles y redondeamiento del filo, muela de grano más fino y más pequeño que en b).

d) Suavizado del filo con piedra de mano.

2.- Brocas y Avellanadoras.

a) Rectificado de las superficies de desprendimiento (frentes), muela de plato de carborundo; con estrechos espacios intermedios, muela de diamante; máquina afiladora de herramientas.

b) Rectificado en redondo, muela de carborundo, rectificación cilíndrica.

c) Destalonado de las superficies de incidencia, muela ahuecada por un lado, DIN 69149, Forma G; máquina de afilar brocas helicoidales.

3.- Escariadores.

a) Rectificado de las superficies de desprendimiento (frentes),; muela de plato DIN 69149, formas A y B, para los escariadores helicoidales también forma C; con estrechos espacios intermedios, muelas de diamante; máquina de afilar herramientas.

b) Rectificado en redondo; rectificadora cilíndrica.

c) Destalonado, superficies de incidencia hasta 0,3 mm; muelas de copa DIN 69149, forma D y E; máquinas de afilar herramientas.

- d) Suavizado de los biseles, con piedra de mano o máquina suavizadora.
- e) Destalonado y suavizado de la entrada, como en c) y d).

4.- Fresas.

- a) Rectificado de las superficies de desprendimiento (frente y contorno); muela de plato DIN 69149, forma A y B, máquina de afilar latas.
- b) Rectificado en redondo, rectificado de los frentes, matado o redondeado de los cantos, rectificadora cilíndrica.
- c) Destalonado, superficies de incidencia de los filos principales y secundarios; muela de copa; máquina de afilar herramientas.
- d) Rectificado de los biseles; muela de copa; máquina de afilar herramientas.

5.- Cabezas de cuchillas.

- a) Afilado previo, eventualmente definitivo en cada cuchilla antes de montarla. Para los ángulos de desprendimiento y de incidencia hay que tener en cuenta las condiciones de fijación.
- b) Montajes de las cuchillas, con comparador de precisión o dispositivo de alineación.
- c) Rectificado previo en redondo (centrado) de las cuchillas; superficies de incidencia de filos y contrafilos (si las cuchillas están exactamente montadas puede omitirse este rectificado previo); máquinas de afilar cabezas de cuchillas.
- d) Rectificado final en redondo de las cuchillas, de los biseles y de las superficies de incidencia de filos y contrafilos; máquinas de afilar cabezas de cuchillas o la propia fresadora con dispositivo especial.

Instrucciones para el Afilado de las Herramientas de Metales Duros.

La afiladora debe siempre marchar contra el filo. Cuando mayor es la superficie de contacto entre muela y cuchilla, tanto menor debe ser la

velocidad tangencial de la muela. Esta debe marchar perfectamente centrada.

Las muelas deben rectificarse con frecuencia.

Si el metal duro se calienta excesivamente, se refrigerará con el aire.

Prevención de Accidentes.

Para los trabajos de rectificado y afilado existen prescripciones sobre prevención de accidentes, que deben seguirse con toda exactitud.

En el afilado con muela giratoria debe procurarse que el apoyo de la herramienta quede lo más cerca posible de la muela y algo más alto que el centro de la misma. Antes de poner en marcha la muela se comprobará que no hay herramientas, trapos, etc. que puedan ser arrastrados por el giro.

Si se trabaja con sujeción magnética, hay que cerciorarse de que la corriente está dada.

No debe nunca quitarse la cubierta de protección; ésta tiene que interceptar las virutas candentes y los trozos de muela si ésta se rompe.

Usar gafas protectoras.

Cuando se monta una muela debe comprobarse teniéndola en marcha durante 5 minutos a la velocidad máxima de trabajo, sin permitir que nadie penetre en la zona peligrosa.

Afilado de Sierras.- Antes de pasar a la reacomodación de una sierra es muy importante limpiar con cuidado las hojas y eliminar restos de resinas con algún disolvente.

Las herramientas que se necesitan son limas y triscadoras:

Las limas han de ser del tipo triangular y sus dimensiones corresponden a la abertura de los dientes.

En los serruchos manuales, lo primero que debe lograrse es nivelar las puntas de los dientes. Generalmente los dientes del centro suelen sufrir

un mayor desgaste que los extremos y, por lo tanto, serán estos puntos los que deben ser atacados.

El trabajo inmediato es el triscado, o sea la delicada labor de inclinar a uno y otro lado cada uno de los dientes. Constituye una sola excepción el serrucho de punta de dientes finos, que requerirá primero un afilado con lima y, cuando se hayan recuperado los dientes, un triscado posterior.

El triscado se realiza con un útil especial que permite, con ranuras de varios calibres (apropiados para cada grosor de la hoja), ir dando inclinación alternada a los dientes. Mas cómodo será el uso de tenazas de triscar, pero debe irse con cuidado al apretar, ya que un exceso de presión podría provocar la rotura del diente.

Lo normal es ir torciendo siempre en una misma dirección y luego proceder a la inversa. El primer proceso es cuando se debe poner atención y no equivocarse al torcer un diente sí y otro no, ya que muchas veces se produce la rotura del diente al querer enmendar una equivocación. Para triscar es conveniente aprisionar la hoja entre dos placas en el tornillo de banco.

El triscado debe ser inferior al grosor de la hoja, salvo en el serrucho de punta de trozar, en el que el triscado debe corresponder al doble de la hoja.

Después del triscado se procederá al afilado propiamente dicho, para lo que se utilizará una lima triangular cuya anchura se corresponda con la abertura de los dientes.

El afilado se inicia por la parte opuesta al mango y la lima actúa hacia adelante, es decir, contra la espalda de los dientes.

La lima triangular se mantendrá perpendicular en su acción sobre la hoja de la sierra debe limarse regularmente y a largas pasadas.

Las tenazas de triscar se aplican mejor a los discos de sierra ya que se adaptan mejor al grosor de la lámina.

Una sierra circular requiere una lima romboidal o un cuchillo para llegar al fondo de sus dientes, mucho más largos de espalda.

Los discos de metal (sierra con zapatas de metal duro), con mayor dureza, deben afilarse con muela. Existen dispositivos especiales para adaptarse al taladro de mano.

VER ANEXO

Herramientas utilizadas para el afilado de las sierras:

1 y 2, Triscadores de plaqueta.

3 y 4, Tenazas de triscar con igual ángulo de inclinación.

5, Lima redonda.

6, 7, 8, 9, Diferentes limas triangulares.

10 y 11, Limas de cuchillo.

12, Lima para rectificar.

13 y 14, limas romboidales.

Afilado de Gubias.- Las gubias suelen afilarse con piedras de conformado especial. Existen también piedras naturales para que afilen con agua o aceite. Así mismo hay piedras artificiales que preferentemente son destinadas a afilar con agua o con aceite.

El afilado se realiza, deslizando la hoja en forma pareja sobre la superficie de la piedra, cuidando de no cargar el afilado sobre un solo lugar de la herramienta (ya que no quedaría parejo el filo), o de la piedra (un desgaste irregular de ésta produce una deformación y, por lo tanto, ya no cumple con su función), y lubricándolas con agua o aceite.

Afilado de formones.- Si la herramienta se encuentra muy maltratada, debe primero emparejarse y afilarse con el disco de carborundo, ó en metales duros, disco de carborundo de silicio, en forma pareja. Después del afilado habrá que pulir la hoja. Se afinará, por consiguiente, sobre la piedra mojada, describiendo movimientos en "8", o movimientos circulares. El lado no biselado de la hoja también tiene que librarse de rebabas. Habrá que deslizar la hoja de uno a otro lado sobre la piedra reiteradamente, movimiento que deberá alternarse con el circular, el cual ya se ha explicado anteriormente.

Para afilar hojas anchas, como por ejemplo la del cepillo, debe comprobarse la planitud del disco del esmeril.

El afilado de una hoja de cepillo se realiza en igual forma que los anteriores, pero, cuidando especialmente el ángulo que debe guardar la cuchilla y que es de 25° a 35°.

Afilado de Varios.- El afilado con piedra sin operación preliminar, es sólo posible cuando la piedra tiene una granulación gruesa. Los filos redondeados como el del hacha por ejemplo, se vacían pasando la piedra sobre la hoja. El afilado y pulido constituyen un solo proceso de trabajo.

Las cuchillas circulares usadas para cortar pan, o bien, embutidos, se afilan apoyando lateralmente una piedra fina contra la hoja, a la vez que ésta se le hace girar mediante la manivela o el motor.

Para afilar cuchillos o tijeras, los taladros disponen de determinados accesorios, los cuales se introducen en el aparato acoplado mediante una ligera presión. El proceso de afilado no dura más allá de unos segundos.

Máquinas rectificadoras.- Para el afilado de herramientas sencillas se utiliza por lo general en el taller la máquina afiladora en seco, con dos muelas. Si es necesario afilar mucho material, es mejor la afiladora de caballete húmedo.

Para el afilado a mano alzada se usan las afiladoras portátiles. Se utilizan para el desbarbado de la fundición y para el rectificado de formas, por ejemplo, en estampas, modelos, moldes de prensado, etc. Su accionamiento es por aire comprimido o electromotor con eje flexible.

Máquinas Afiladoras de Herramientas.- Sirven para la reparación y fabricación de herramientas de corte de toda clase, como las fresas, escariadores, avellanadores, brocas, tarrajas, y machos de roscar, cuchillas de torno y cepilladora, etc.

También se emplean como máquinas auxiliares para rectificados cilíndricos, exteriores e interiores, y para rectificado plano. La afiladora universal de herramientas es fácil de manejar y tiene muchas aplicaciones. El huesillo de trabajo no es inclinable. El portaherramientas o portapieza posee los elementos necesarios para realizar los movimientos y ajustes que requiera el trabajo de afilado. El cabezal del huesillo de trabajo lleva un soporte desmontable con ajuste de precisión para recibir los dientes dispositivos especiales.

Para el afilado de brocas, existe una máquina especial, y que viene provista con perforaciones que dan el diámetro exacto de la broca, ésta se introduce y presiona ligeramente y la máquina trabaja automáticamente, dando el afilado exacto a la broca. Se recomienda lubricar la broca con agua o aceite, para evitar que se queme.

Finalmente, mencionaremos que existen en el mercado aditamentos y accesorios que se pueden adaptar al taladro de mano y poder afilar herramientas sencillas, cuchillos, tijeras, discos de sierra, etc.

DIRECTORIO DE AFILADORAS

" Afilados Industriales de Precisión, S.A."

- Afilado de cuchillas rectas de cualquier largo, cortadores de todo tipo, sierras, rimas, troqueles, herramientas especiales.

Calzada Azcapotzalco la Villa No. 876-D

Teléfono: 587-5053

" Afiladuría Torreón "

- Afilado de brocas, discos de tungsteno todo tipo de herramientas para madererías, carnicerías e industrias.

Afilado y Venta.

Teléfono: 552-7800.

Avenida del Taller No. 138. Col. Lorenzo Boturini, Z.P. 8

" Edgar Rodríguez Krafft "

- Afilado de sierras circulares de cinta, serrotes, cuchillas, herramientas para madera, metal, papel plástico, etc.

Dr. Liceaga No. 7, México, D.F.

Teléfono: 578-9950.

" Afilados Perfectos S.A. "

- Servicio Técnico de afilado de herramienta Mecánico-Industrial.
Fabricación de herramientas especiales de corte.

Calzada México-Tacuba No. 144-C, Z.P. 17

Teléfono: 531-6949

" Afilados de Precisión "

- Afilado de tijeras, sierras circulares, cinta para madera y metal, podadoras de pasto, serrotes, fresas, cizallas, cuchillas, carburo de tungsteno.

Tizoc 74-A Col. San Pedro Iztacalco, Z.P. 13

Tel: 579-5741

" Afilado y Rectificado, Buriles de Forma "

- Brocas Escalonadas, Espada.

Calzada México-Tacuba 1019-A

Teléfono: 399-3293

BIBLIOGRAFIA

- " MANUAL PRACTICO DE TECNOLOGIA MECANICA "
HORST DANOWSKY.
EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A. BARCELONA
SEGUNDA EDICION. 1971

- " ENCICLOPEDIA SALVAT DEL BRICOLAJE "
- TOMO 1 y TOMO 5.
SALVAT, S.A. DE EDICIONES, PAMPLONA 1978.

- " METAL CUTTING "
E.M. TRENT.
BUTTERWORTHS.
LONDON-BOSTON. 1977.

- LA FRESADORA
Manuales DELMAR. Serie: Taller Mecánico
Editorial Reverté Mexicana, S.A.
México, 1969.

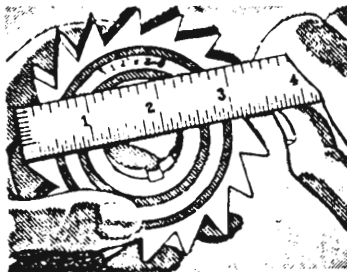
- **Teoría del Taller**
Escuela de Trabajo Henry Ford - J. Anderson
Editorial Gustavo Gili
Barcelona, 1975.

- **Práctica del Fresado**
Antonio Bachs Pujol
Centro de Difusión del Libro CEDEL
Barcelona, 1958.

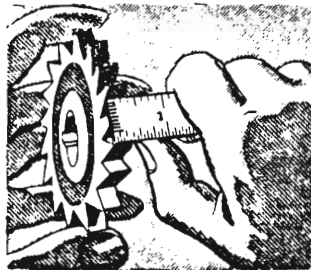
- **Máquinas de Fresar**
Rodolfo E. Piccinini
Editorial Gustavo Gili
Barcelona, 1973.

- **Entrenamiento en el Taller Mecánico**
Krar y St. Amand

ANEXO



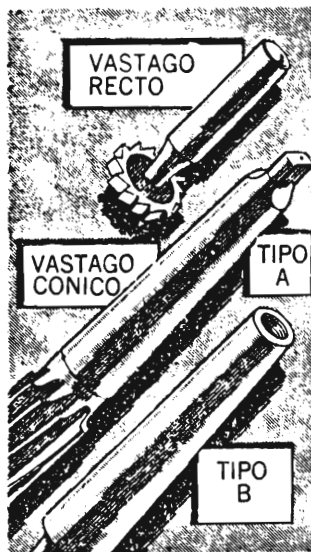
PAG. 25



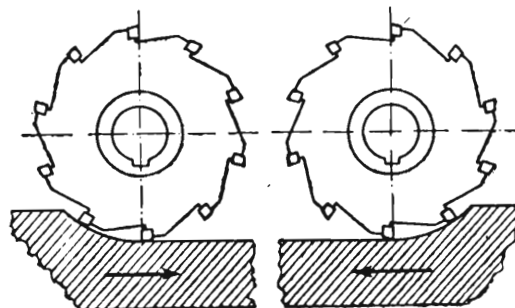
PAG. 26



PAG. 26.



PAG. 27



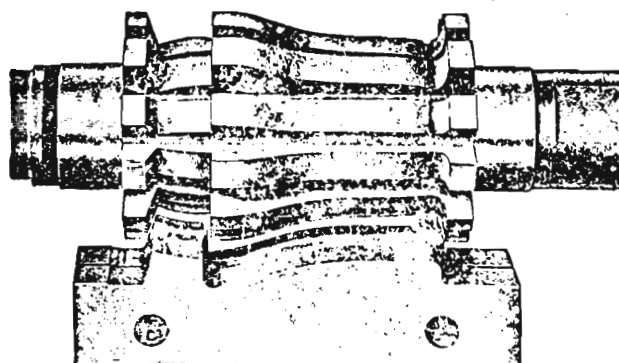
a) PAG. 27



b) PAG. 28

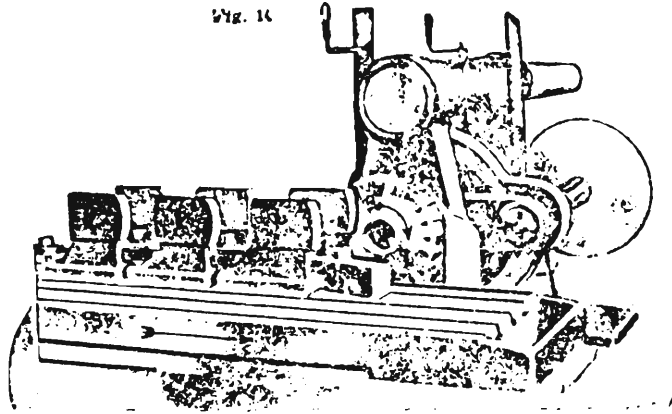


a) PAG. 28

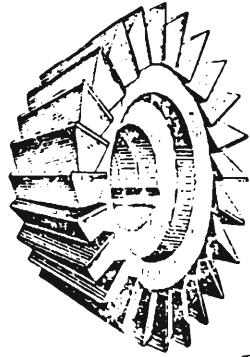
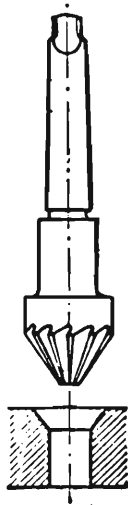


a) PAG. 28

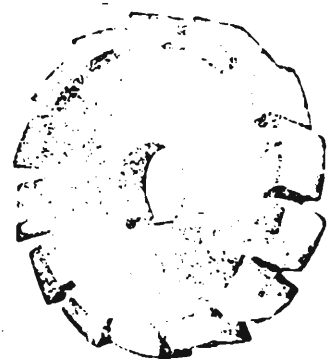
Fig. 16



b) PAG. 29



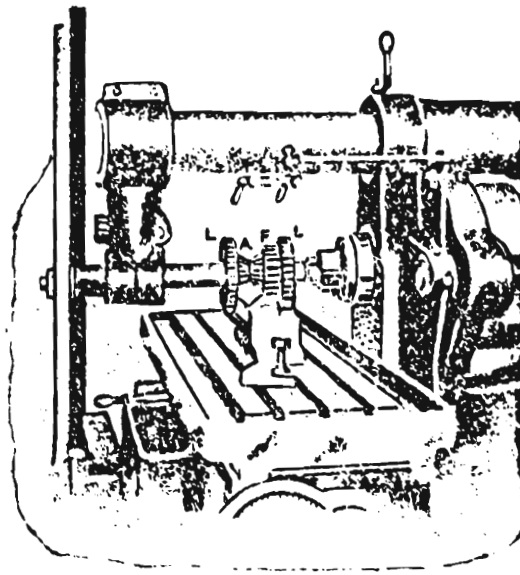
c) PAG. 29



d) PAG. 29



PAG. 30



PAG. 30



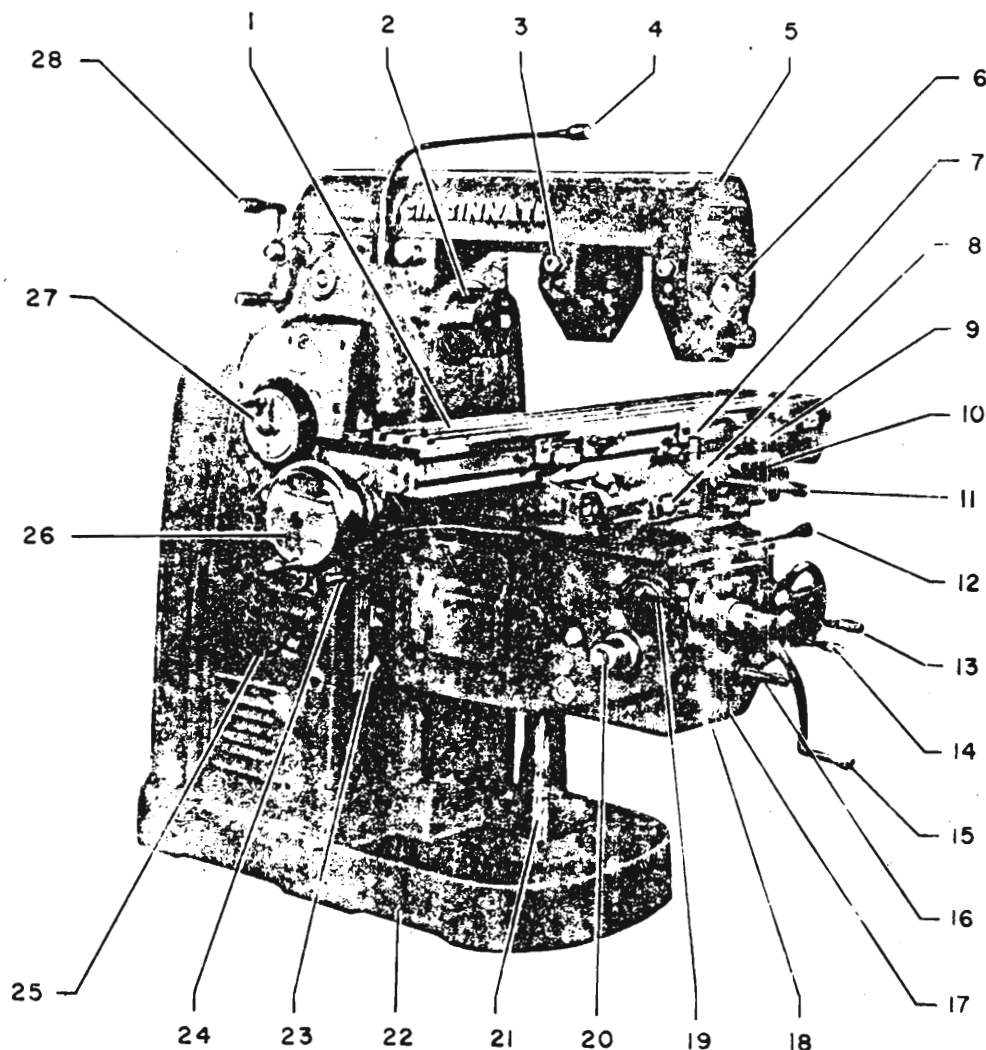
a) PAG. 31



b) PAG. 32



c) PAG. 32



Nomenclatura de la fresadora corriente de columna y cartela, vista anterior (Cincinnati Milling Machine Co.)

- | | |
|--|---|
| 1. Mesa | 15. Manivela de avance vertical |
| 2. Plato del husillo para fijación del árbol portafresas | 16. Manivela de cambio de avance |
| 3. Soporte interior del árbol portafresas | 17. Disco de cambio de avance |
| 4. Palanca de mando | 18. Cartela o consola |
| 5. Brazo superior | 19. Palanca de avance vertical |
| 6. Soporte exterior del árbol portafresas | 20. Filtro de aceite de la cartela |
| 7. Pitón limitador de carrera de la mesa | 21. Conducto telescópico de retorno del fluido de corte |
| 8. Botón eliminador del retroceso | 22. Base |
| 9. Topes de fin de carrera | 23. Topes de carrera vertical |
| 10. Caballete | 24. Sujetador de la cartela |
| 11. Palanca de avance de la mesa | 25. Columna |
| 12. Palanca de avance transversal | 26. Volante de movimiento transversal de la mesa |
| 13. Palanca de movimiento transversal rápido | 27. Disco y manivela de cambio de velocidad |
| 14. Volante de avance transversal | 28. Manivela de posicionado del brazo superior |

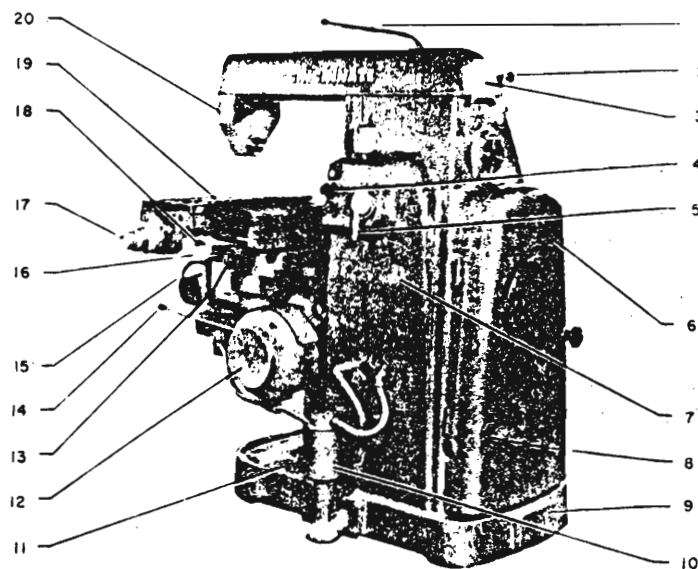


Fig. 10-2. Nomenclatura de la fresadora corriente de columna y cartela, vista posterior (Cincinnati Milling Machine Co.)

- | | |
|--|--|
| 1. Palanca de mando | 12. Motor de accionamiento del avance |
| 2. Manivela de posicionado del brazo superior | 13. Fijador del caballete |
| 3. Brazo superior | 14. Palanca de movimiento transversal rápido |
| 4. Botón principal de puesta en marcha | 15. Volante de avance transversal |
| 5. Interruptor principal | 16. Caballete |
| 6. Tapa del mecanismo de accionamiento principal | 17. Alimentador de fuerza para el mecanismo de accionamiento |
| 7. Tapa del cuadro eléctrico | 18. Palanca de embrague del avance transversal |
| 8. Motor de accionamiento principal | 19. Mesa |
| 9. Depurador del refrigerante | 20. Soporte del brazo superior |
| 10. Bomba del fluido de corte | |
| 11. Colador del fluido de corte | |

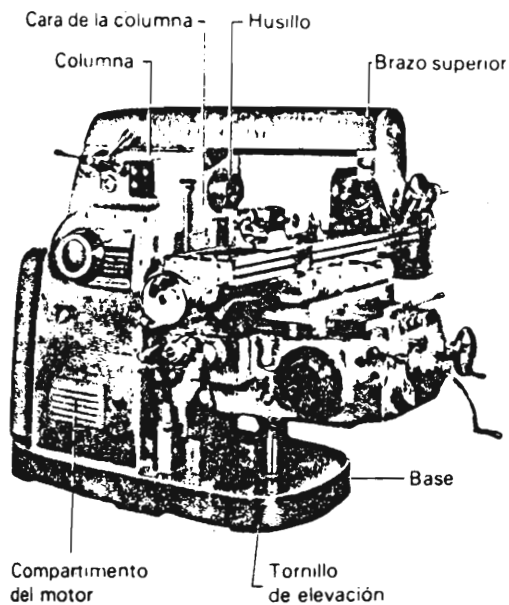
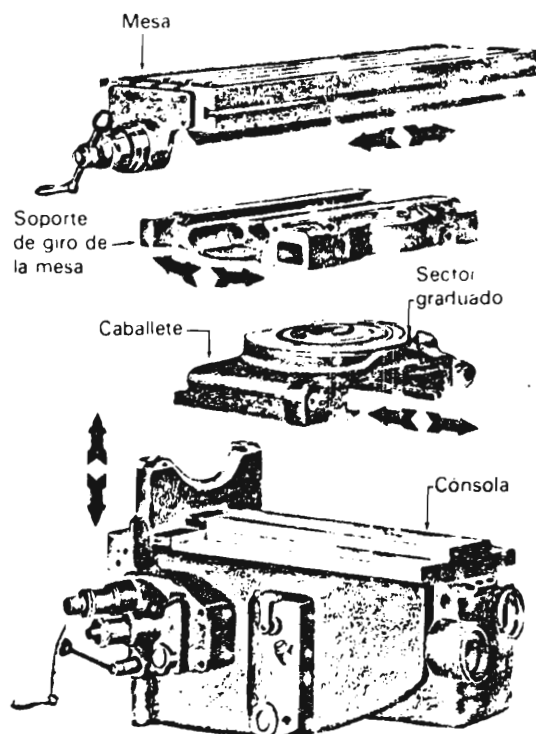


Fig. 10-4. Elementos mecánicos de la fresadora universal del tipo de columna y cartela (Cincinnati Milling Machine Co.)



PAG. 38

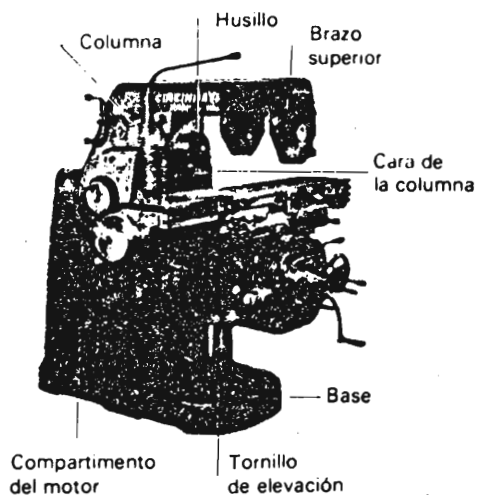
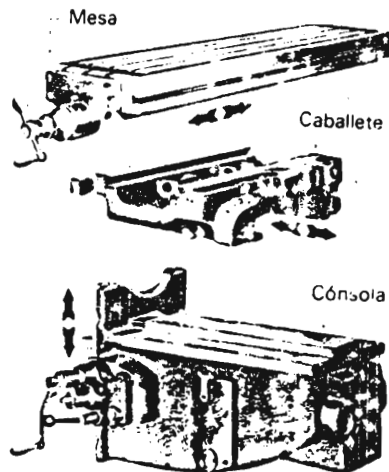


Fig. 10-3. Partes principales de la fresadora corriente de columna y cartela (Cincinnati Milling Machine Co.)



PAG. 38

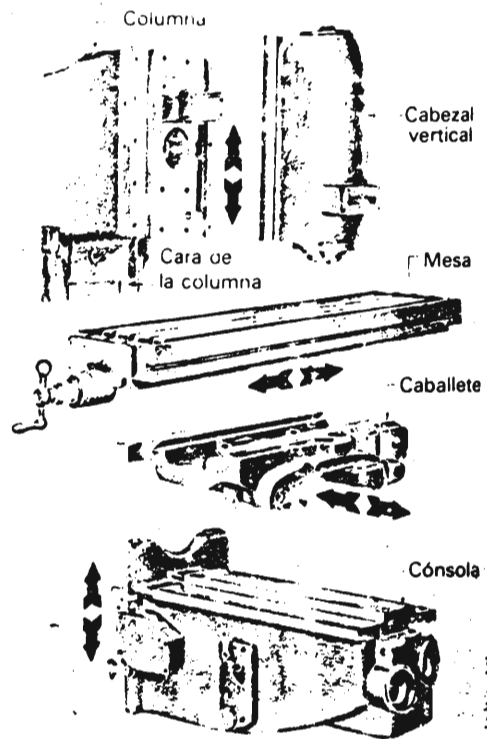
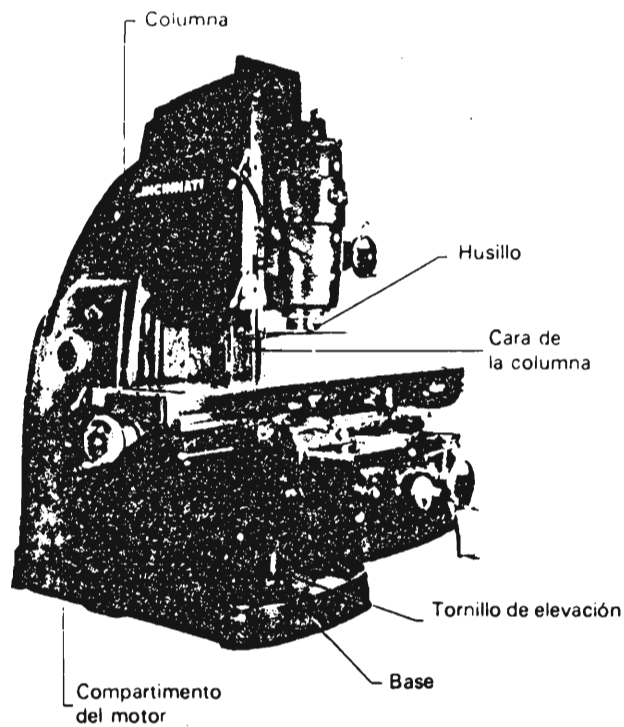


Fig. 10-6. Elementos principales de la fresadora vertical del tipo de columna y cartela (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 39

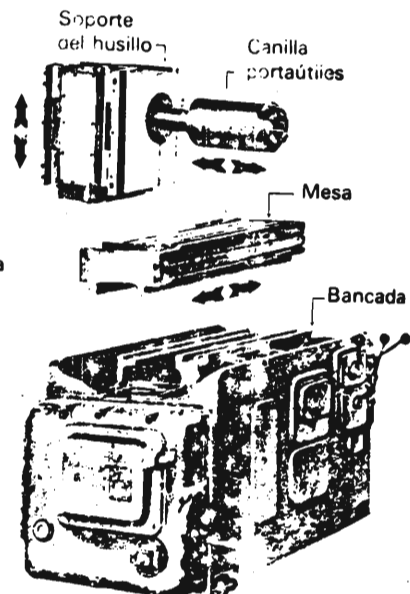
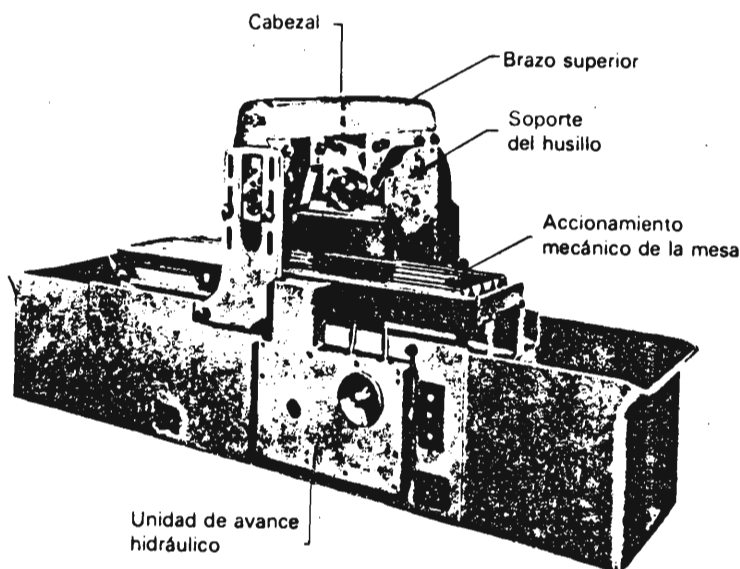


Fig. 10-7. Elementos principales de la fresadora del tipo de gran producción (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 39

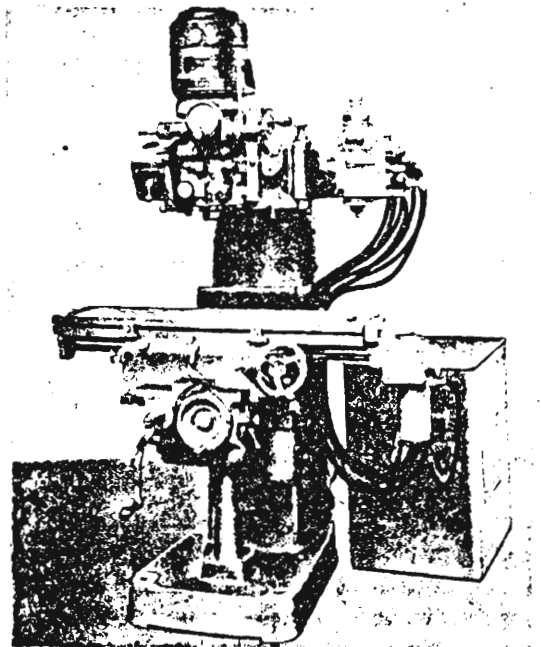
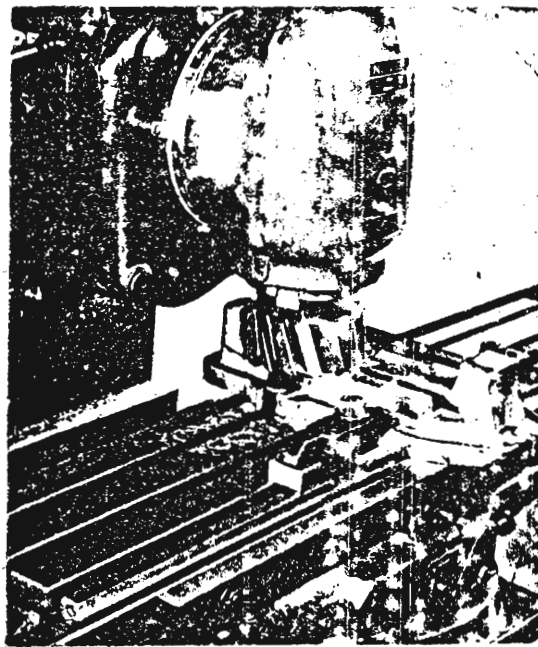


Fig. 10-15. Fresadora para útiles y matrices (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 42



Accesorio de fresado vertical (Brown & Shar-

PAG. 43

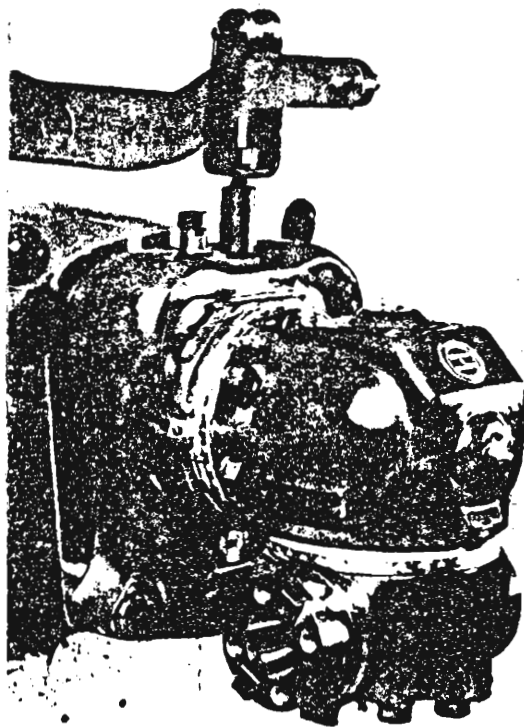


Fig. 10-18. Accesorio de fresado universal (Brown

PAG. 43

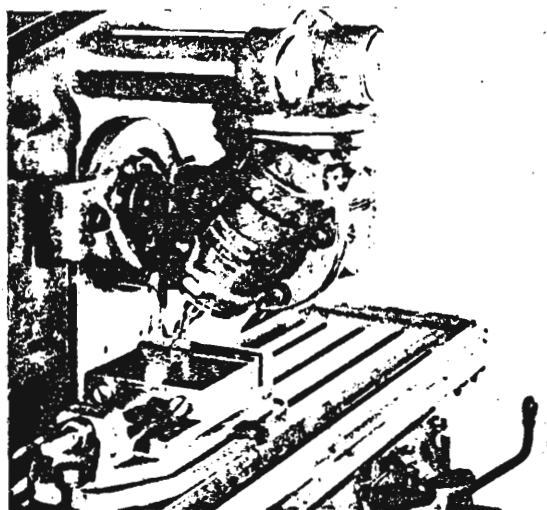


Fig. 10-19. Accesorio de fresado vertical combinado

PAG. 44

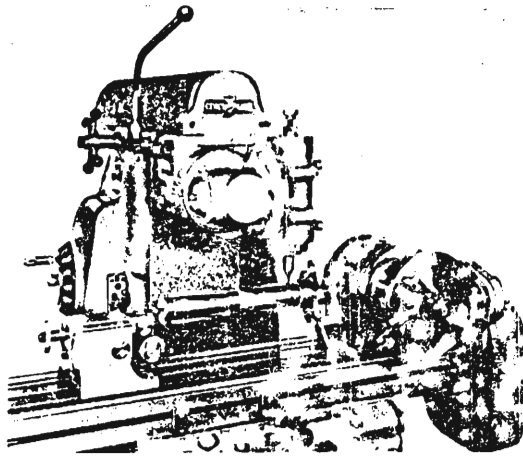


Fig. 10-20. Fresado de perfiles acanalados con una fresa espiral montada en un accesorio de fresado universal rápido (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 44

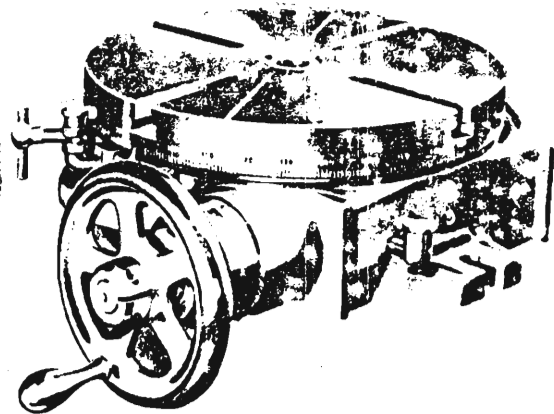


Fig. 10-21. Plato giratorio con avance a mano (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 45

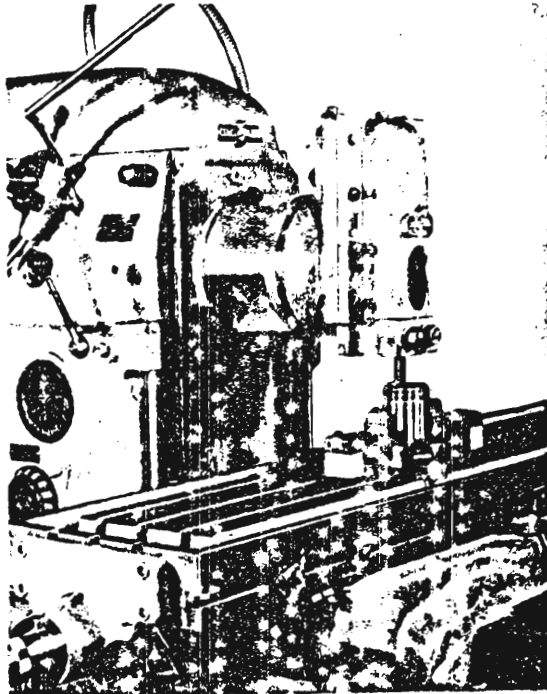


Fig. 10-23. Ranurado de un casquillo empleando el cabezal de ranurar (Cincinnati Milling Machine Co.)

5.5 PAG. 45

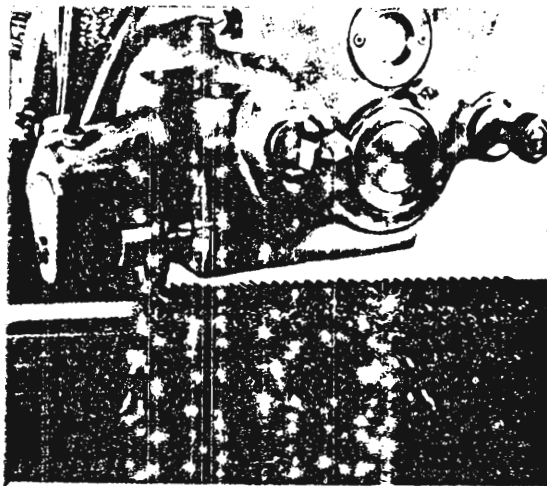


Fig. 10-24. Mecanizado de una cremallera utilizando el cabezal para cremalleras y dos tornillos de mordazas especiales (Cincinnati Milling Machine Co.)

5.6 PAG. 46

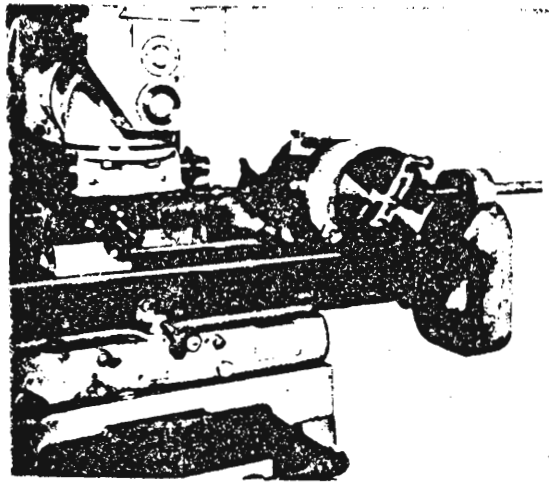


Fig. 10-25. El cabezal universal de fresar en espiral sirve de ayuda en el fresado de un tornillo sin fin (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 46

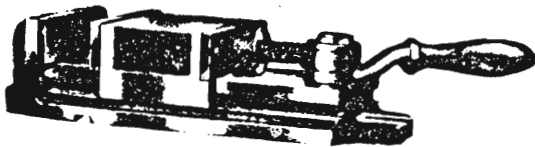


Fig. 10-26. Tornillo de mordazas corriente (Cincinnati Milling Machine Co.)

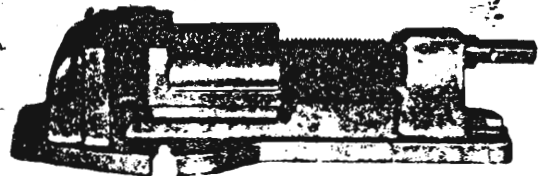


Fig. 10-27. Tornillo de mordazas con platina (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 47 (1)

PAG. 47 (2)

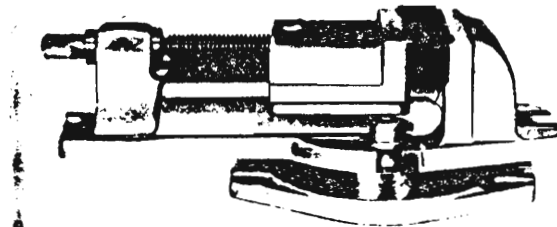
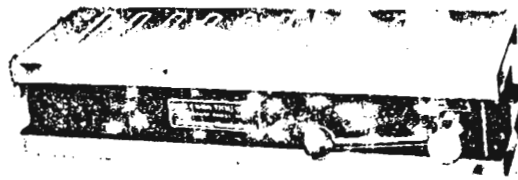


Fig. 10-28. Tornillo de mordazas giratorio (Cincinnati Milling Machine Co.)

PAG. 47 (3)



PAG. 48

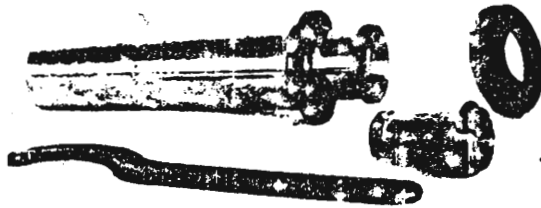


Fig. 10-32. Mandril elástico (Brown & Sharpe Mfg. Co.)

PAG. 48

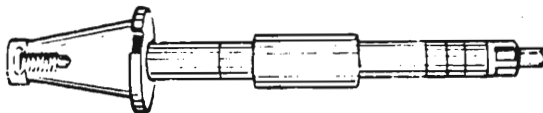
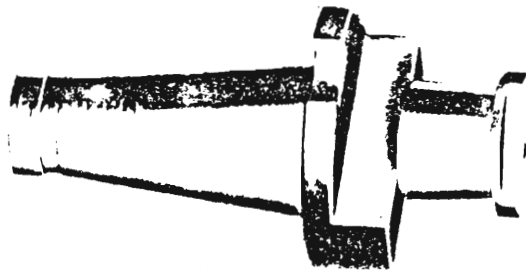


Fig. 10-34. Arbol portafresa para husillo normalizado

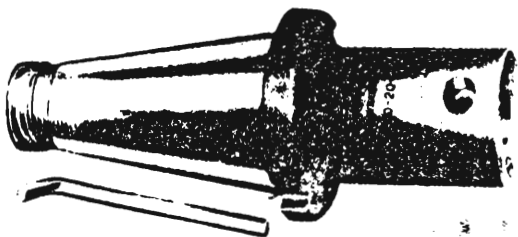
PAG. 49



PAG. 49



PAG. 49



PAG. 49

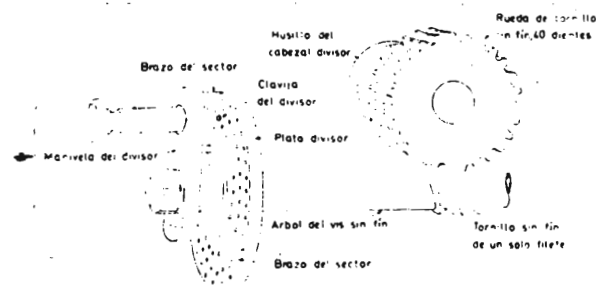
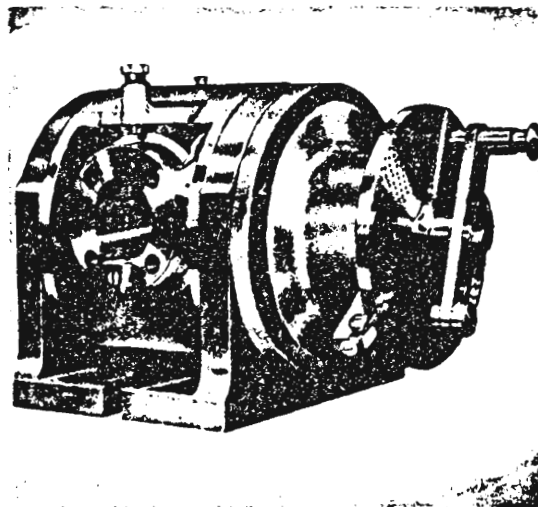
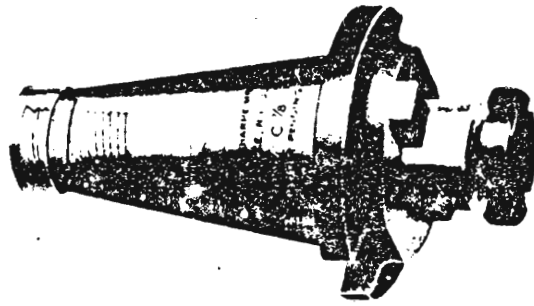
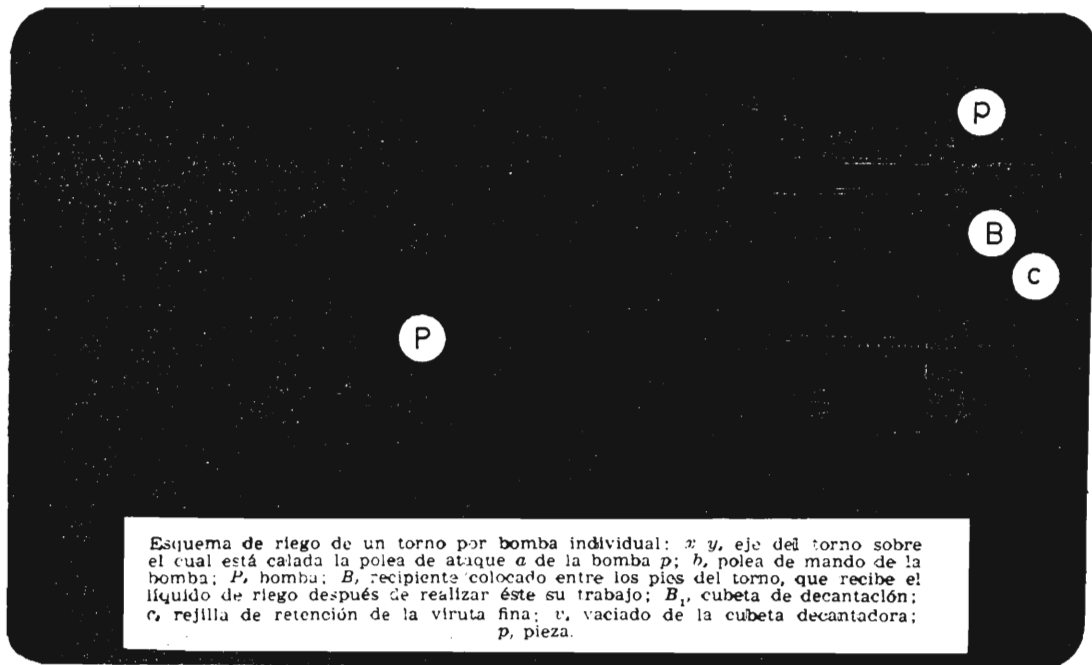
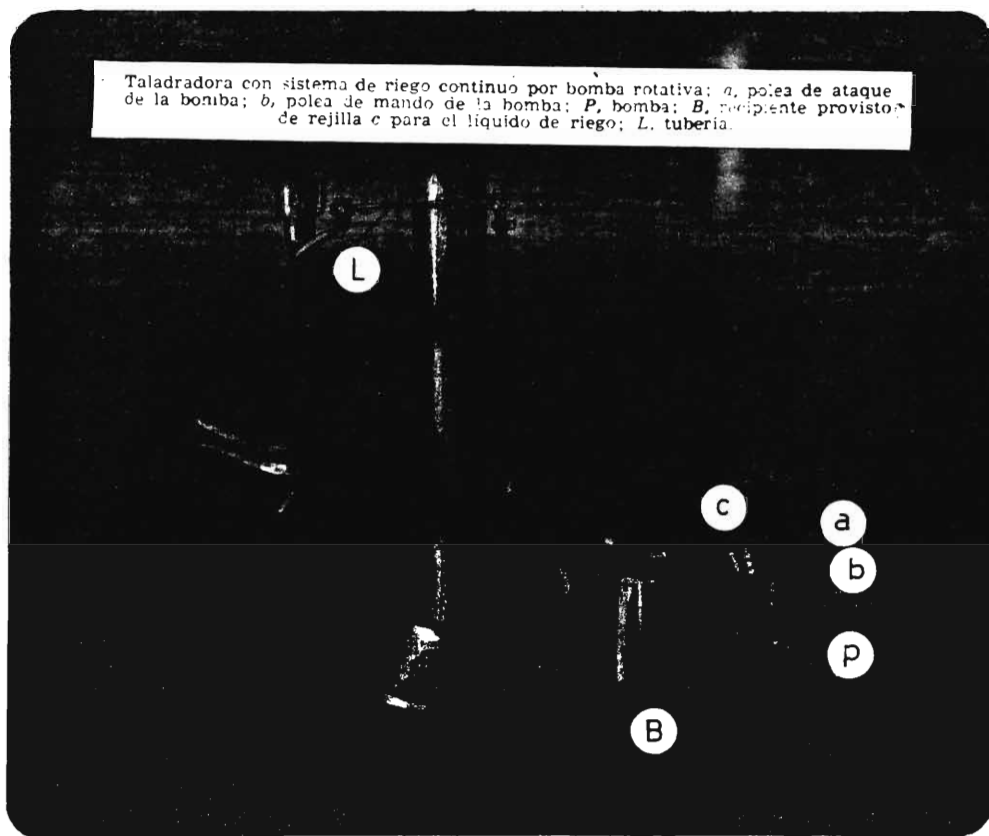


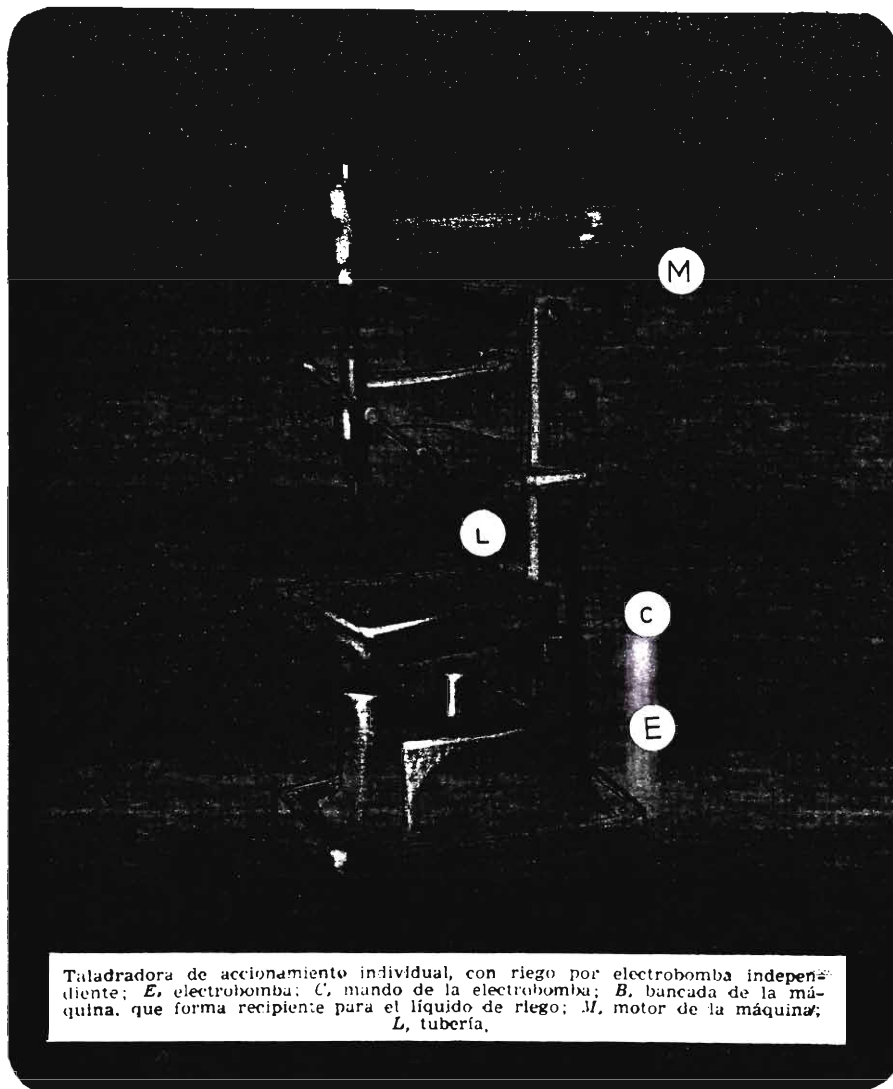
Fig. 10-69. Mecanismo del cabezal divisor.



PAG. 78



PAG. 79



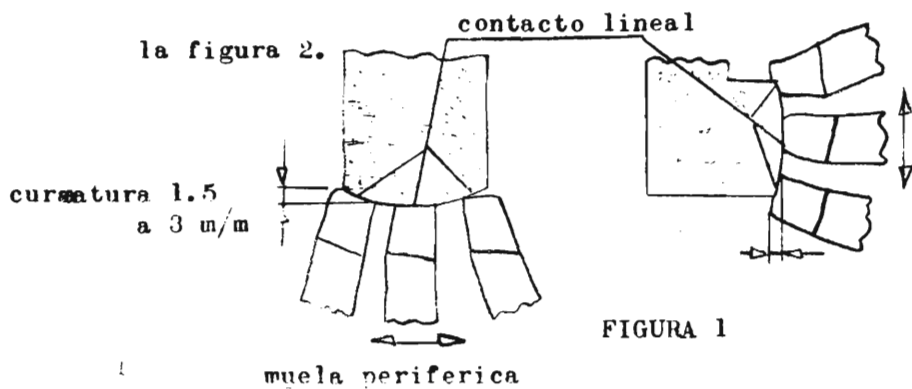


FIGURA 1

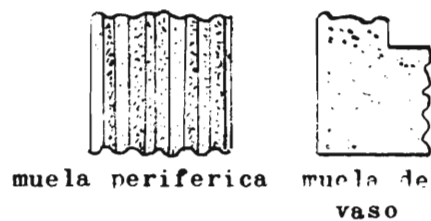
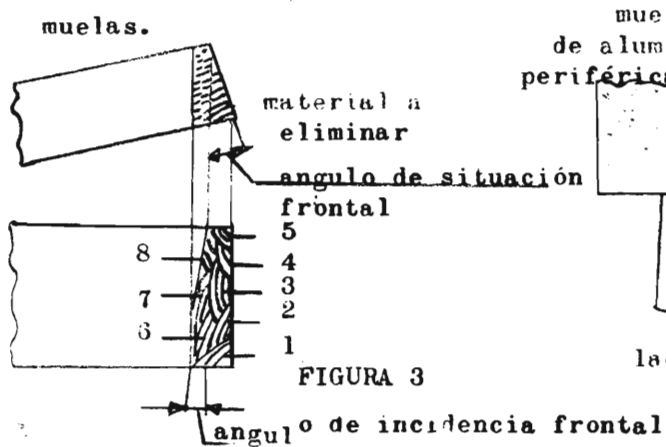


FIGURA 2

PAG. 105

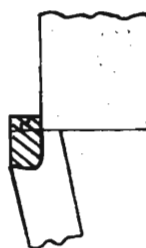


muela de desbaste de oxido de aluminio (preferible muela periferica)

muela de carburo de silicio



lado



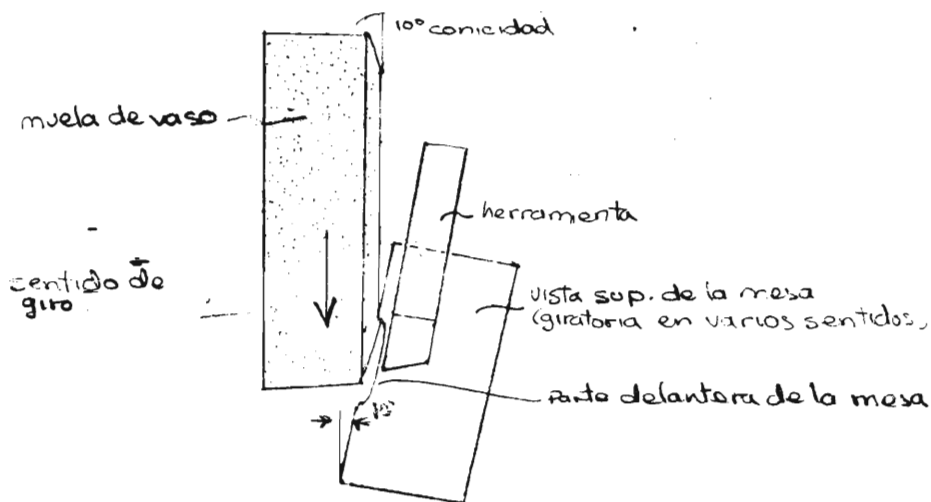
cara superior



cara superior

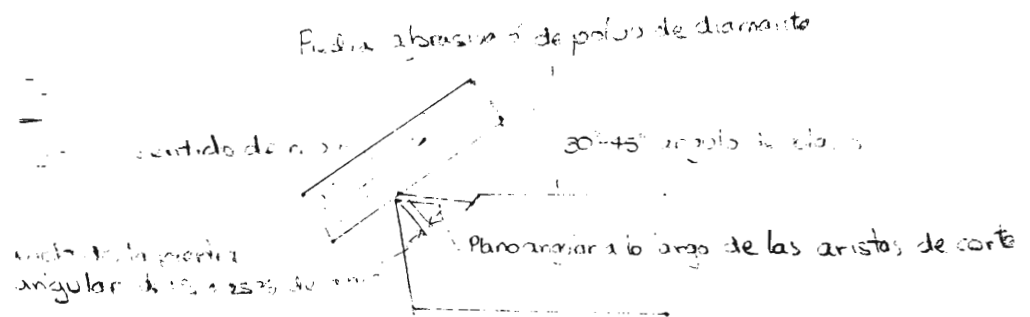
FIGURA 4

PAG. 106

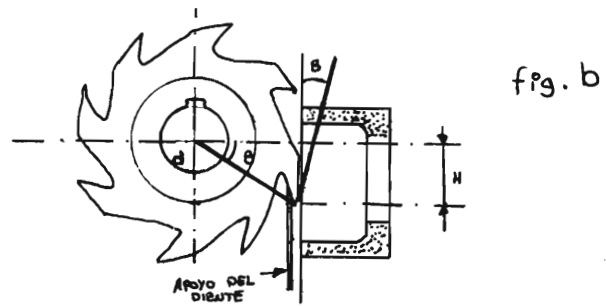
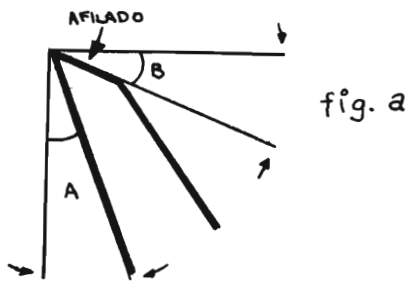


PAG. 107

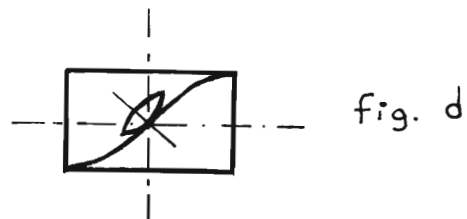
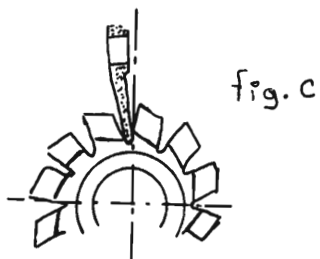
FIG. 6



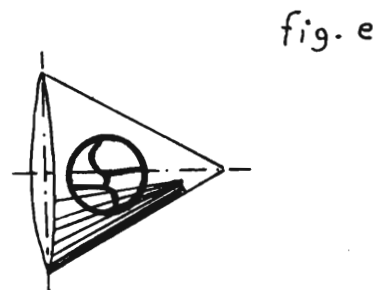
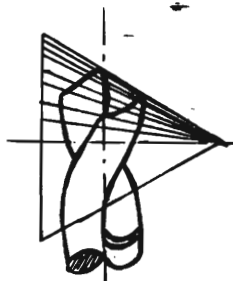
PAG. 109



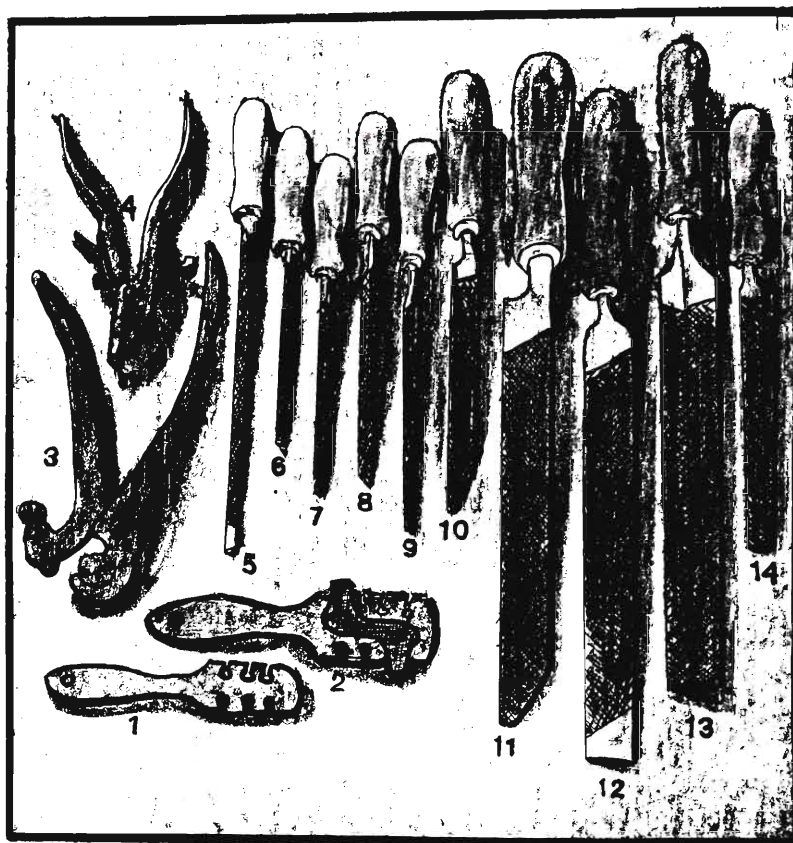
PAG. 110



PAG. 111



PAG. 112



PAG. 117

Esta publicación termino de imprimirse
en Noviembre de 1993
en los Talleres de la Universidad
Autónoma Metropolitana Azcapotzalco,
la edición consta de 200 ejemplares.

2894811

UAM
TS205
R3.54

2894811
Ramos Cascales, Antonio
Procesos de produccion en

DR. GUSTAVO CHAPELA CASTAÑARES
Rector General UAM

DR. ENRIQUE FERNANDEZ FASSNACHT
Secretario General UAM

LIC. EDMUNDO JACOBO MOLINA
Rector UAM Azcapotzalco

MTRO. ADRIAN DE GARAY SANCHEZ
Secretario de la Unidad

M.D.I. EMILIO MARTINEZ DE VELASCO
Director de la División de CYAD

ARO. ROSA ELENA ALVAREZ MARTINEZ
Jefa de Dpto. de Procesos y Técnicas de Realización